



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MAYANA CHAGAS CARVALHO**

**MATURIDADE DE CONCEITOS *GREEN*, *LEAN* E BIM NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL: PROPOSIÇÃO DE MATRIZ  
MULTIDIMENSIONAL**

**São Cristóvão/SE  
2020**

MAYANA CHAGAS CARVALHO

**MATURIDADE DE CONCEITOS *GREEN*, *LEAN* E BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
PROPOSIÇÃO DE MATRIZ MULTIDIMENSIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial de título de mestre em Engenharia Civil.

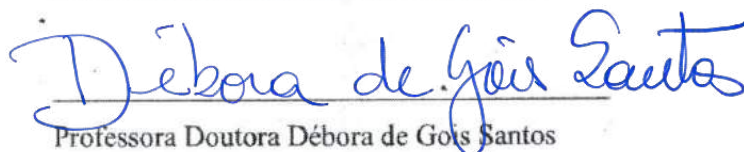
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Débora de Gois Santos

**São Cristóvão-SE  
2020**

Mayana Chagas Carvalho

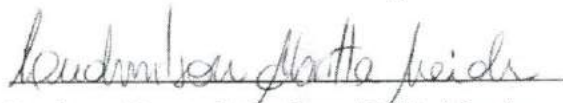
**MATURIDADE DE CONCEITOS GREEN, LEAN E BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
PROPOSIÇÃO DE MATRIZ MULTIDIMENSIONAL**

Exame de defesa avaliado em: 18/12/2020



Professora Doutora Débora de Góis Santos

Orientadora – PROEC/UFS



Professor Doutor Ludmilson Abritta Mendes

Examinador – PROEC/UFS



Professora Doutora Veruschka Vieira Franca

Examinadora Externa – PROPADM/UFS



Professor Doutor Marco Antônio Brasiel Sampaio

Examinador Externo – DEC/UFS

São Cristóvão, SE  
Dezembro de 2020

Engenharia civil é sobre utilizar a criatividade  
para resolver, não para sonhar.

(Charles Chaplin).

À minha família,  
aos meus amigos e  
aos meus professores.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus, que sempre me iluminou, dando-me força e persistência para alcançar meus objetivos, principalmente nos momentos mais difíceis.

À minha família, em especial minha mãe Acácia Carvalho, minha madrinha Solange Brito e a minha avó Maria da Conceição Chagas, que sempre desejaram o meu crescimento pessoal e profissional e o meu sucesso.

Aos professores e colaboradores do Departamento de Engenharia Civil (DEC), do Programa de Pós-graduação de Engenharia Civil (PROEC) e do Programa de Pós-Graduação em Administração (PROADM) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), em especial a minha orientadora Prof. Débora Santos, a Prof. Veruschka Franca ao Prof. Marco Brasiel, que dotados de uma riqueza de conhecimentos e de compreensão, me deram o privilégio de desfrutar dos seus ensinamentos, sempre me motivando a enfrentar as dificuldades encontradas durante o processo de desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus amigos do Grupo de Pesquisa em Construção Civil da UFS, que me deram oportunidade de aprender e de compartilhar conhecimentos.

Aos meus amigos da graduação e do mestrado, que sempre me incentivaram e me assistiram nos momentos de dificuldades encontradas, o apoio de vocês fez uma grande diferença.

Aos meus amigos da vida, em especial a Camila Pithon, que sempre estiveram ao meu lado, mesmo estando geograficamente distantes.

A todos que diretamente ou indiretamente estiveram comigo e me incentivaram a superar todos os obstáculos encontrados, confesso que o caminho até aqui não foi fácil.

Muito Obrigada por tudo!  
A vocês minha eterna gratidão!

CARVALHO, Mayana chagas. **Maturidade de conceitos *Green*, *Lean* e BIM na construção civil: proposição de matriz multidimensional**. 2020. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Sergipe, Departamento De Engenharia Civil, São Cristóvão/SE, 2020.

Orientadora: Professora Doutora Débora de Gois Santos.

## RESUMO

Diante das mudanças no mercado brasileiro decorrentes, principalmente, das incertezas provocadas pelo cenário político-econômico, dos grandes problemas ambientais e das instabilidades inerentes ao processo de globalização, cresce o interesse por melhorias de processo como estratégia competitiva entre diversos setores da economia. Neste sentido, para auxiliar a mensuração e o controle dos processos organizacionais, muitos modelos de maturidade (MM) foram desenvolvidos e aplicados como ferramenta de gestão, inclusive na Indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Na literatura, alguns dos modelos para a indústria da construção já analisam o *Green*, o *Lean Construction* (LC) e o *Building Information Model* (BIM) separadamente ou dois a dois, mas há poucos estudos que relacionam os três conceitos. O objetivo desta pesquisa foi propor um modelo para mensuração da maturidade organizacional para empresas de AEC no que compete a princípios desses conceitos na fase de projeto. Em termos de método, primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica e sistemática da literatura sobre os conceitos de *Green*, *Lean* e *BIM* e matriz de maturidade, buscando-se investigar a aplicação desses conceitos à fase de projetos, quais os modelos existentes, suas características e aplicações. Em seguida, com base no *Construction Industry Macro Maturity Model* (CIM3), desenvolvido por Willis e Rankin (2012), elaborou-se a estrutura principal da matriz proposta, composta por dois questionários, que após validação, foram aplicados com os especialistas das áreas e profissionais representantes das empresas credenciadas ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) que atuam em Sergipe. Os resultados encontrados demonstraram que, de forma geral, a matriz proposta mostrou-se eficaz e de fácil aplicação, porém com a necessidade de ajustes para retratar melhor a maturidade da fase de projeto. Como resultado da aplicação da matriz, concluiu-se que a maioria das empresas estudadas se encontra no estágio de transição com uma variação de 50% a 75% do nível de maturidade, e que a etapa de planejamento e de *retrofit* e desconstrução foram as que apresentaram menores índices.

**Palavras-chave:** Projeto; Matriz de Maturidade; *Green*; *Lean* e BIM.

## ABSTRACT

In view of the changes in the Brazilian market resulting mainly from the uncertainties caused by the political-economic scenario, the great environmental problems and the instabilities inherent to the globalization process, the interest in process improvements as a competitive strategy among several sectors of the economy grows. In this sense, to assist the measurement and control of organizational processes, many maturity models (MM) have been developed and applied as a management tool, including in the Architecture, Engineering and Construction Industry (AEC). In the literature, some of the models for the construction industry already analyze Green, Lean Construction (LC) and the Building Information Model (BIM) separately or two by two, but there are few studies that relate the three concepts. The objective of this research was to propose a model for measuring organizational maturity for AEC companies that includes principles of these concepts in the design phase. In terms of method, a bibliographic and systematic review of the literature was first carried out on the concepts of Green, Lean and BIM and maturity matrix, seeking to investigate the application of these concepts to the design phase, which models exist, their characteristics and applications. Then, based on the Construction Industry Macro Maturity Model (CIM3), developed by Willis and Rankin in 2012, the main structure of the proposed matrix was elaborated, composed of two questionnaires, which after validation, were applied with specialists in the areas and professionals representing companies accredited to the Brazilian Habitat Quality and Productivity Program (PBQP-H) who work in Sergipe. The results found showed that, in general, the proposed matrix proved to be effective and easy to apply, but with the need for adjustments to better portray the maturity of the design phase. As a result of the application of the matrix, it was concluded that most of the companies studied are in the transition stage with a variation of 50% to 75% of the maturity level, and that the planning and retrofit and deconstruction steps were the ones that presented lower indexes.

**Keywords:** Project; Maturity model; Lean; BIM; Green.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Problema de pesquisa.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Pressuposto.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>18</b>
1.4.1 <i>Objetivo geral.....</i>	<i>18</i>
1.4.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>18</i>
<b>1.5 Limitações .....</b>	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 O estudo do ciclo de vida de um empreendimento .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 A gestão do processo de projeto .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Descrição dos conceitos .....</b>	<b>27</b>
2.3.1 <i>Princípios Green (Sustentabilidade).....</i>	<i>27</i>
2.3.2 <i>Princípios Lean Construction .....</i>	<i>30</i>
2.3.3 <i>Diretrizes/Conceito BIM .....</i>	<i>32</i>
<b>2.4 Matriz de Maturidade.....</b>	<b>34</b>
2.4.1 <i>Matriz de Maturidade aplicada ao Green .....</i>	<i>39</i>
2.4.2 <i>Matriz de Maturidade aplicada ao Lean .....</i>	<i>40</i>
2.4.3 <i>Matriz de Maturidade aplicada ao BIM .....</i>	<i>43</i>
2.4.4 <i>Matriz de Maturidade envolvendo a combinação dos conceitos.....</i>	<i>47</i>
<b>2.5 O estudo da sinergia entre os três conceitos.....</b>	<b>48</b>
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Enquadramento metodológico .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 Delineamento da pesquisa.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3 Descrição das fases da pesquisa .....</b>	<b>56</b>
3.3.1 <i>Pesquisa bibliográfica .....</i>	<i>56</i>
a) <i>MSL sobre matriz de maturidade Green, Lean e BIM.....</i>	<i>57</i>
b) <i>MSL sobre aplicação de conceitos Green, Lean e BIM à fase de projeto.....</i>	<i>62</i>
3.3.2 <i>Proposição da matriz de maturidade.....</i>	<i>65</i>
a) <i>Construção da matriz de maturidade (Framework) .....</i>	<i>65</i>
b) <i>Elaboração dos questionários.....</i>	<i>69</i>
c) <i>Aplicação da matriz em múltiplos estudos de casos .....</i>	<i>72</i>
d) <i>Análise e discussão dos resultados .....</i>	<i>73</i>
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>74</b>
<b>4.1 Caracterização Geral .....</b>	<b>74</b>
4.1.1 <i>Caracterização dos especialistas.....</i>	<i>74</i>

<i>a) Identificação.....</i>	<i>74</i>
<i>b) Conhecimento prévio.....</i>	<i>74</i>
<i>4.1.2 Caracterização dos estudos de casos.....</i>	<i>77</i>
<i>a) Identificação e dados gerais .....</i>	<i>77</i>
<i>b) Conhecimento prévio.....</i>	<i>79</i>
<i>c) Informações sobre o setor de projetos .....</i>	<i>82</i>
<b>4.2 Análise do grau de maturidade .....</b>	<b>85</b>
<i>4.2.1 Análise por empresa.....</i>	<i>85</i>
<i>4.2.2 Análise comparativa entre as empresas.....</i>	<i>102</i>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>121</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE A – RELAÇÃO FINAL DOS ARTIGOS SELECIONADOS NO PRIMEIRO MAPEAMENTO.....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE B – RELAÇÃO FINAL DE TESES E DISSERTAÇÕES SELECIONADAS NO SEGUNDO MAPEAMENTO.....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO A: ESPECIALISTAS.....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO B: ORGANIZAÇÕES.....</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE E – RESULTADOS DAS PRÁTICAS-CHAVES POR EMPRESA .....</b>	<b>161</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Exemplo 1 do ciclo de vida típico da construção civil .....	19
<b>Figura 2.</b> Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases .....	20
<b>Figura 3.</b> Avanço do empreendimento <i>versus</i> à chance de reduzir o custo de falhas do edifício .....	21
<b>Figura 4.</b> Problemas relacionados à gestão do fluxo de informações.....	24
<b>Figura 5.</b> Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação .....	25
<b>Figura 6.</b> Estrutura conceitual da gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.....	26
<b>Figura 7.</b> Dimensões do BIM .....	33
<b>Figura 8.</b> Visão geral do CIM3.....	37
<b>Figura 9.</b> Lógica básica que relaciona à prática-chave ao desempenho .....	37
<b>Figura 10.</b> Capacidade de uma indústria com relação a uma prática-chave.....	38
<b>Figura 11.</b> Níveis de Maturidade .....	38
<b>Figura 12.</b> Campos de atividades BIM .....	44
<b>Figura 13.</b> Estágios da maturidade BIM.....	45
<b>Figura 14.</b> Mapa conceitual dos conjuntos de competências .....	46
<b>Figura 15.</b> Diagrama de fluxo de trabalho de capacidade e de maturidade e avaliação de BIM .....	46
<b>Figura 16.</b> Estrutura conceitual baseada em BIM para a integração do <i>Lean</i> e do <i>Green</i> .....	49
<b>Figura 17.</b> Elementos BIM que levam ao <i>lean</i> e <i>green</i> .....	50
<b>Figura 18.</b> Campos de conexões predominantes .....	51
<b>Figura 19.</b> Rede de integração conceitual e associações predominantes.....	51
<b>Figura 20.</b> Esquema dos elementos centrais da pesquisa contemplando o paradigma construtivista.....	54
<b>Figura 21.</b> Estruturação da pesquisa.....	56
<b>Figura 22.</b> Etapas da pesquisa .....	57
<b>Figura 23.</b> Combinações de palavras-chave .....	58
<b>Figura 24.</b> Número de publicações iniciais .....	59
<b>Figura 25.</b> Evolução do número de publicações.....	59
<b>Figura 26.</b> Intensidade do número de publicações por países .....	61
<b>Figura 27.</b> Evolução do número de publicações.....	63
<b>Figura 28.</b> Número de publicações por instituição .....	64

<b>Figura 29.</b> Esquema geral do modelo de maturidade proposto .....	65
<b>Figura 30.</b> Etapas-chave da fase de projeto .....	66
<b>Figura 31.</b> Esquema para aplicação de pesos e notas .....	67
<b>Figura 32.</b> Níveis de maturidade .....	69
<b>Figura 33.</b> Seções dos questionários.....	69
<b>Figura 34.</b> Grau de conhecimento em relação aos três conceitos.....	75
<b>Figura 35.</b> Principais palavras-chaves envolvendo os três conceitos .....	76
<b>Figura 36.</b> Caracterização dos profissionais.....	77
<b>Figura 37.</b> Grau de conhecimento em relação aos três conceitos.....	80
<b>Figura 38.</b> Principais palavras-chaves envolvendo os três conceitos .....	82
<b>Figura 39.</b> Formas frequentes de desenvolvimento do projeto.....	83
<b>Figura 40.</b> Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa A.....	89
<b>Figura 41.</b> Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa A .....	90
<b>Figura 42.</b> Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa B .....	91
<b>Figura 43.</b> Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa B.....	92
<b>Figura 44.</b> Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa C .....	93
<b>Figura 45.</b> Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa C.....	94
<b>Figura 46.</b> Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa D.....	95
<b>Figura 47.</b> Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa D .....	96
<b>Figura 48.</b> Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa E .....	97
<b>Figura 49.</b> Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa E.....	98
<b>Figura 50.</b> Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa F.....	99
<b>Figura 51.</b> Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa F .....	100
<b>Figura 52.</b> Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa G .....	101
<b>Figura 53.</b> Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa G .....	102
<b>Figura 54.</b> Gráfico comparativo do nível de maturidade.....	102
<b>Figura 55.</b> Gráfico comparativo referente às médias das etapas-chaves .....	104
<b>Figura 56.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.1 .....	104
<b>Figura 57.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.1 .....	106
<b>Figura 58.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.2.....	107
<b>Figura 59.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.2 .....	108
<b>Figura 60.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.3.....	109
<b>Figura 61.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.3 .....	110
<b>Figura 62.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.4.....	110

<b>Figura 63.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.4 .....	111
<b>Figura 64.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.5.....	112
<b>Figura 65.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.5 .....	113
<b>Figura 66.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.6.....	114
<b>Figura 67.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.6 .....	115
<b>Figura 68.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.7.....	115
<b>Figura 69.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.7 .....	116
<b>Figura 70.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.8.....	117
<b>Figura 71.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.8 .....	118
<b>Figura 72.</b> Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.9.....	118
<b>Figura 73.</b> Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.9 .....	119

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Comparação entre o modelo de conversão, fluxo e geração de valor .....	23
<b>Quadro 2.</b> Aspectos relevantes da construção sustentável .....	29
<b>Quadro 3.</b> Principais benefícios da aplicação da matriz.....	36
<b>Quadro 4.</b> Modelos de Maturidade <i>Green</i> .....	39
<b>Quadro 5.</b> Modelos de Maturidade <i>Lean</i> .....	41
<b>Quadro 6.</b> Modelos de Maturidade BIM .....	43
<b>Quadro 7.</b> Matriz de Maturidade <i>Lean</i> -BIM .....	47
<b>Quadro 8.</b> Síntese das atividades metodológicas .....	55
<b>Quadro 9.</b> Critérios de pesquisa por base .....	58
<b>Quadro 10.</b> Número de publicações por meio.....	60
<b>Quadro 11.</b> Número de publicações por instituição .....	60
<b>Quadro 12.</b> Número de publicações por autor .....	61
<b>Quadro 13.</b> Categorias da pesquisa.....	64
<b>Quadro 14.</b> Equivalência de pesos e notas da escala Likert.....	67
<b>Quadro 15.</b> Agrupamento das etapas-chave de projeto.....	70
<b>Quadro 16.</b> Principais categorias das práticas-chave .....	71
<b>Quadro 17.</b> Trecho das práticas-chave da etapa-chave de planejamento estratégico.....	71
<b>Quadro 18.</b> Caracterização dos especialistas.....	74
<b>Quadro 19.</b> Funções e principais áreas de experiência profissional.....	78
<b>Quadro 20.</b> Caracterização das empresas .....	79
<b>Quadro 21.</b> Características administrativas da empresa.....	79
<b>Quadro 22.</b> Formas frequentes de desenvolvimento do projeto por empresa .....	83
<b>Quadro 23.</b> Pesos aplicados às etapas-chave.....	86
<b>Quadro 24.</b> Notas das práticas-chave – Empresa A .....	86
<b>Quadro 25.</b> Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa B.....	90
<b>Quadro 26.</b> Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa C.....	92
<b>Quadro 27.</b> Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa D .....	94
<b>Quadro 28.</b> Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa E.....	96
<b>Quadro 29.</b> Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa F .....	98
<b>Quadro 30.</b> Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa G .....	100
<b>Quadro 31.</b> Resumo das ECs e PCs com os maiores resultados .....	119
<b>Quadro 32.</b> Resumo das ECs e PCs com os menores resultados .....	119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
APO	Avaliação Pós-Ocupação
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
ARCOM	Association of Researchers in Construction Management
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
BREEAM	<i>Building Establishment Environmental Assessment Method</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CC	Construção Civil
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIM3	<i>Construction Industry Macro Maturity Model</i>
CMM	<i>Capability Maturity Model</i>
EC	Etapa-Chave
EcoM2	<i>Ecodesign Maturity Model</i>
EQM	<i>Ecological Quality Management</i>
FC	Fase-Chave
GB	<i>Green Building</i>
GP	Grupo de Pesquisa
HALMAT	<i>Highways Agency Lean Maturity Assessment Toolkit</i>
iBIM	Integrated BIM
ICCREM	<i>International Conference on Construction and Real Estate Management</i>
IGLC	<i>International Group for Lean Construction</i>
IMEAT	<i>Information Maturity Evaluation Assessment Tool</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LC	<i>Lean Construction</i>
LCMM	<i>Lean Construction Maturity Model</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
LESAT	<i>Lean Enterprise Self-Assessment Tool</i>
MBA	<i>Master's in business administration</i>

MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MFC	Macro fases-chave
MM	Modelo de Maturidade
MSL	Mapeamento Sistemático da Literatura
ND	Níveis de Desenvolvimento
NBR	Norma Brasileira Registrada
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PC	Prática-Chave
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SCCMM	<i>Strategic Collaboration in Construction Maturity Model</i>
SGC	Sistema de Gestão de Conhecimento
SIG	Sistema de Gestão de Conhecimento
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
STP	Sistema Toyota de Produção
TQC	<i>Total Quality Control</i>
UFS	Universidade Federal de Sergipe



## 1 INTRODUÇÃO

Diante das mudanças no mercado brasileiro, decorrentes, principalmente, das incertezas provocadas pelo cenário político-econômico, dos grandes problemas ambientais e das instabilidades inerentes ao processo de globalização, cresce o interesse por melhorias de processo como estratégia competitiva entre diversos setores da economia, dentre eles, o setor de construção civil (CC). Para Paim *et al.* (2009), o processo envolve em sua definição a cooperação de atividades distintas visando à realização do objetivo global.

Do ponto de vista gerencial, existem inúmeras ferramentas que podem auxiliar a mensuração e a gestão dos processos organizacionais. Entre estas, tem-se a matriz de maturidade, que, segundo o *Office of Government Commerce* (2010 *apud* Nesensohn *et al.*, 2013), fornece às organizações benefícios ao auxiliar na implementação de uma estratégia de mudança ou melhoria. Alguns dos modelos de maturidade propostos para a Indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) já analisam conceitos do *Green*, *Lean Construction* (LC) e *Building Information Model* (BIM) separadamente ou dois a dois, porém existem poucos estudos que relacionem os três conceitos.

As premissas do *Green* estão associadas à preocupação com o desempenho e ao impacto ambiental, econômico e social das edificações, principalmente a partir da década de 1980, com a difusão do conceito de desenvolvimento sustentável (KIBERT, 1994). Para a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), esses impactos no âmbito da cadeia produtiva da construção são difusos e de longo prazo (TELLO, 2012). Desta forma, existe a necessidade de serem identificados, mensurados e controlados.

Nesse sentido, foram desenvolvidos, por muitos países, métodos de avaliação e de certificação ambiental para edificações que estabeleceram parâmetros e metas, de modo a facilitar a verificação do atendimento às questões de sustentabilidade (GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014). Assim, sob um ponto de vista macro, a aplicação dos conceitos do *Green* na Construção Civil (CC) busca a integração de iniciativas de construção sustentável em todo o ciclo de vida do empreendimento, ou seja, envolve todo o processo, da concepção à desconstrução.

É com foco na otimização do processo, que Koskela (1992) desenvolve, a partir dos princípios do Sistema Toyota de Produção (STP), as bases do *Lean Construction* (LC), envolvendo onze princípios que podem ser aplicados à realidade da construção civil. Oposta ao modelo tradicional, a LC é uma nova filosofia de construção em que se estimula a busca pela melhoria contínua, de modo a reduzir perdas e improvisos durante as atividades de

conversão e de fluxo, visando maximizar as atividades que agregam valor para seus clientes internos e/ou externos (KOSKELA, 1992).

Para Nesensohn (2017), a incorporação desses princípios em uma organização é um desafio e que, diante das transformações, cada vez mais aceleradas, é importante avaliar o estado atual do processo de aquisição de maturidade para orientar e dar suporte à implementação de estratégia de mudanças. Koskela (1992) orienta que a melhoria básica seja a partir do estudo de aspectos relevantes para a gestão da produção, de modo a definir os processos, medi-los, localizá-los e priorizar o potencial dessa melhoria para que a mesma seja implantada e tenha seu progresso monitorado.

Por sua vez, a utilização do *Building Information Model* (BIM) tanto permite a realização quanto facilita a visualização desse monitoramento do processo. Além disso, é um facilitador para a integração entre as premissas *Green* e os princípios do LC (AHUJA; SAWHNEY; ARIF, 2010). Dentre as definições difundidas, o BIM pode ser entendido como um conjunto de políticas, processos e tecnologias que geram um procedimento metodológico para gerenciar de forma integrada e digital o projeto de construção e seus dados em todo o ciclo de vida do edifício (PENTTILÄ, 2006; SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2012).

Conforme Eastman *et al.* (2014), o BIM é uma tecnologia de modelagem e envolve um conjunto de processos associados com a finalidade de produzir, comunicar e analisar modelos voltados para a construção. Quando esse entendimento está associado à matriz de maturidade, consiste em uma ferramenta de conhecimento abrangente que permite auxiliar indivíduos, organizações e outros arranjos no planejamento, realização e avaliação de etapas de desempenho do BIM (SUCCAR, 2016).

Separadamente, estas são filosofias ou tecnologias para auxiliar a gestão de processos e/ou de produtos, constituindo-se em áreas acadêmicas investigadas por diversos pesquisadores. Saieg *et al.* (2018) defendem que o BIM e a LC, quando utilizados de forma sistêmica e integrada, contribuem para minimizar possíveis impactos ambientais que o produto a ser elaborado pode causar à sustentabilidade do ambiente e melhorar a produtividade das equipes de produção. Desta forma, a presente pesquisa propôs uma matriz de maturidade que contempla o *Green*, o LC e o BIM, a partir da revisão da literatura e de um mapeamento sistemático dos principais aspectos relacionados aos temas pesquisados e da relação entre os conceitos abordados.

### 1.1 Justificativa

Tendo em vista a dificuldade de identificar e quantificar os problemas e as lacunas existentes nos processos organizacionais dentro de empresas de construção civil, a matriz de maturidade se apresenta como uma ferramenta de gestão amplamente utilizada na administração de empresas. Sabendo-se que a interação entre os conceitos de *Green*, *Lean Construction* e *Building Information Model* está sendo discutida em congressos internacionais e nacionais voltados para a Indústria AEC, bem como nos periódicos da área, buscou-se relacionar esses conceitos à matriz de maturidade para identificar processos com potenciais índices de melhoramento.

### 1.2 Problema de pesquisa

O problema de pesquisa surge da necessidade de gerenciar as mudanças e os requisitos de um empreendimento em todo seu ciclo de vida, iniciando-se pela fase de projeto, a fim de maximizar seus processos. Nesse sentido, a integração dos conceitos *Green*, *Lean Construction* e *Building Information Model* permite a construção de uma visão sistêmica avaliada por meio de matriz de maturidade dentro do contexto da Indústria da AEC.

Assim, a pesquisa pretende responder ao seguinte problema: Como propor uma matriz de maturidade que permita uma autoavaliação de empresas de AEC em relação à aplicação dos conceitos *Green*, *Lean* e BIM na fase de projeto? Deste modo, a pesquisa busca preencher uma lacuna de conhecimento teórica – ao propor e aplicar uma matriz de maturidade, segundo a temática abordada – e prática ao permitir que empresas construtoras identifiquem seu grau de maturidade e verifiquem onde podem evoluir.

### 1.3 Pressuposto

O pressuposto do presente trabalho é que existe sinergia entre os conceitos de *Green*, *Lean Construction* e *Building Information Model*, uma vez que os temas tratam de melhorias no processo e na produção, conceituais ou práticas, que impactam na tomada de decisão, conforme já apontado por diversos autores (FERNÁNDEZ-SOLÍS; MULTI, 2010; ENACHE-POMMER *et al.*, 2010; GONG; FONG; CHEN, 2016; SAIEG *et al.*, 2018).

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa consiste em propor um modelo para mensuração da maturidade organizacional para empresas de AEC no que compete a princípios do *Green, Lean Construction e Building Information Model* na fase de projeto.

### 1.4.2 Objetivos específicos

Quanto aos objetivos específicos, consistem em:

- Identificar na literatura modelos de Matriz de Maturidade *Green, Lean Construction e Building Information Modeling*.
- Desenvolver um método para avaliação da maturidade contemplando os três conceitos.
- Verificar a aplicabilidade da matriz de maturidade proposta em empresas de AEC.

## 1.5 Limitações

Com base nas fases do ciclo de vida do empreendimento, esta pesquisa limitou-se: ao detalhamento da fase de projeto na etapa de pré-obra e sua aplicação e do nível 3 da matriz proposta; e a empresas credenciadas ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) que atuam em Sergipe. O tamanho da amostra pesquisada também se tornou uma limitação para a validação estatística.

Além disso, dentro de um cenário com constantes mudanças tecnológicas e organizacionais e por se tratar de uma ferramenta de gestão, a estrutura da matriz pode e deve passar por readequações e/ou atualizações periodicamente.

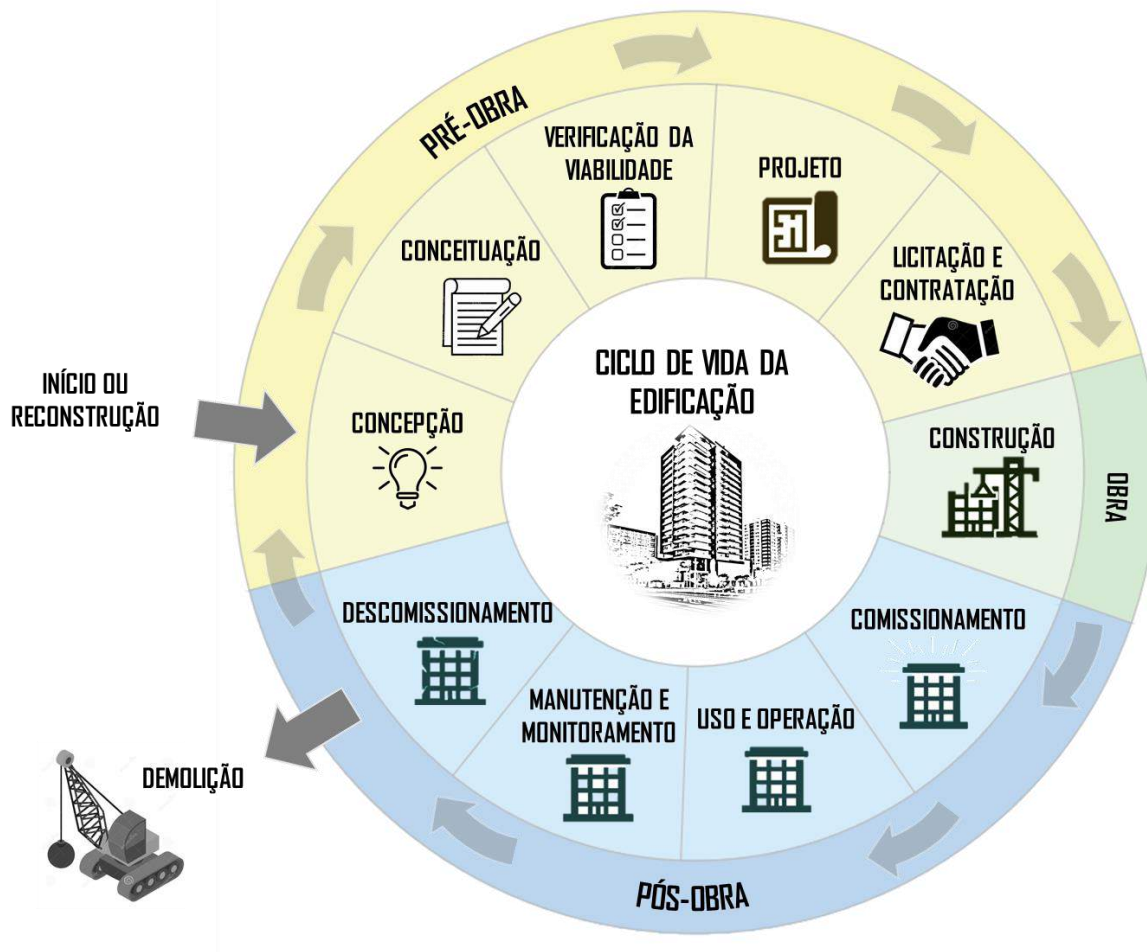
É importante destacar que a revisão bibliográfica foi proposta na forma de uma revisão sistemática da literatura (RSL), conforme a prática desse tipo de revisão na área de gestão e economia da construção, incorporando as referências identificadas na pesquisa bibliométrica realizada e que compuseram o portfólio com o mapeamento sistemático da literatura (MSL) para os temas pesquisados.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 O estudo do ciclo de vida de um empreendimento

Adaptado da Biologia, o termo ciclo de vida remete ao conjunto de fases ou transformações que ocorrem a um organismo durante seu período de vida e vem sendo aplicado por administradores, por exemplo, para compreender as dinâmicas do produto ao longo de sua vida útil<sup>1</sup> (LYRIO FILHO; AMORIM, 2006). Para a CBIC (2016), o ciclo de vida de um empreendimento está relacionado às fases de pré-obra ao pós-obra de uma edificação (Figura 1) ou a de um novo período após o término de sua vida útil, como em situações de reforma ou demolição completa.

**Figura 1.** Exemplo 1 do ciclo de vida típico da construção civil



Fonte: Adaptado CBIC (2016).

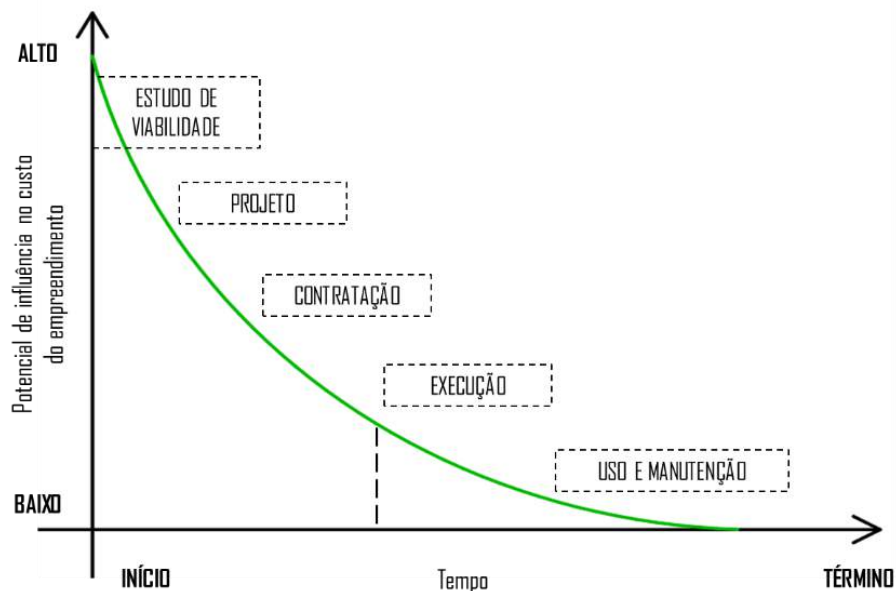
<sup>1</sup> Período de tempo efetivo em que um edifício e/ou seus sistemas atendem aos requisitos de desempenho para os quais foram projetados e construídos, considerando a realização do processo de manutenção periódica (ABNT, 2013).

A fase de pré-obra compreende as etapas que precedem a execução da obra, como concepção, conceituação, verificação de viabilidade e licitação e contratação da construção. Já a fase de obra envolve toda a etapa de construção e a de pós-obra, as etapas de comissionamento, uso e operação, manutenção e monitoramento e descomissionamento (CBIC, 2016).

Para o desenvolvimento do trabalho, foi adotada a etapa de projeto, embora represente apenas uma das etapas a serem analisadas no ciclo de vida do empreendimento. Na literatura muitos estudos evidenciam a importância em valorizar a gestão nessa etapa, pois contribuem para a redução custos, seja pela racionalização dos projetos, minimização de erros, aumento da qualidade na construção, melhoria de desempenho, dentre outros (MELHADO, 1994; RODRIGUEZ; HEINECK, 2003).

De acordo com o *Construction Management Committee* (1991) as decisões de construção devem ser incorporadas ao projeto desde sua fase inicial. Pode-se observar na Figura 2, que as etapas de estudo de viabilidade e de projeto possuem maior potencial de influência no custo do empreendimento.

**Figura 2.** Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo de suas fases



Fonte: Adaptado *Management Committee* (1991).

Hammarlud e Josephson (1992 *apud* Melhado, 1994, p.70) corroboram com essas antecipações das decisões, pois contribuem para a redução de falhas na edificação (Figura 3). Assim, apesar de possuir um custo acumulado de produção baixo, as etapas iniciais possuem um menor custo associados às alterações quando comparada com as fases de obra e pós-obra.

**Figura 3.** Avanço do empreendimento *versus* à chance de reduzir o custo de falhas do edifício



Fonte: Hammarlund e Josephson (1992, *apud* Melhado, 1994).

Para Knotten *et al.* (2015), parte do declínio experimentado na indústria da AEC possui relação com as deficiências no projeto de construção, o que evidência um grande desafio do gerenciamento da etapa de projeto para conseguir equilibrar a criatividade com um projeto que atenda às necessidades do cliente. Além disso, as soluções adotadas durante essa etapa exercem grande influência no processo de execução, pois pode dificultar ou facilitar a execução (RAUBER; RIZZATTI; CAVALHEIRO, 2005). Esse é o principal aspecto que envolve o conceito de construtibilidade.

Segundo Griffith e Sidwell (1995), a construtibilidade do projeto é definida como:

A consideração detalhada dos elementos de projeto para atender aos requisitos técnicos e financeiros do empreendimento, levando-se em consideração, quando viável, a interrelação entre projeto e construção, a fim de melhorar a eficácia do projeto e, assim, subsidiar o processo de construção no canteiro (GRIFFITH; SIDWELL, 1995).

Para Rodriguez e Heineck (2003), refere-se à aplicação do conhecimento e da experiência técnica de forma adequada e abrangente com o objetivo de promover a racionalização do processo executivo. A falta da interrelação entre a etapa de projeto e a etapa de construção pode provocar inúmeros problemas, como desperdícios, patologias, retrabalhos e alterações improvisadas (ARROTÉIA; AMARAL; MELHADO, 2014). Deste modo, ressalta-se a importância de melhorar a gestão do processo de projeto para minimizar os custos decorrentes de problemas não resolvidos na fase de projeto (BALLARD; KOSKELA, 1998; EL REIFI; EMMITT, 2013).

## 2.2 A gestão do processo de projeto

Para compreender a gestão do processo de projeto, é necessário entender o conceito de processos. Assim, de acordo com a ISO 9000 (ABNT, 2015, p. 17), processo é “um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que utilizam entradas para entregar um resultado pretendido”. Para Davenport (1994), consiste em um conjunto de atividades estruturadas, ou seja, com sequência específica, e medidas que resultam em um produto/serviço para um determinado cliente ou mercado.

Já a gestão de processos, segundo Santos, Schuster e Pradella (2013, p. 53), pode ser entendida como “uma metodologia projetada para organizar, gerenciar e medir a organização com bases nas suas necessidades centrais”. Para Rados *et al.* (2004, p. 4), é “uma metodologia empregada para definir, analisar e gerenciar as melhorias nos desempenhos de processos da empresa”.

Assim, dentre os principais objetivos de gestão de processos, segundo Laurindo e Rotondaro (2006 *apud* Santos; Schuster; Pradella, 2013), encontram-se: agregar valor do produto e/ou serviço ao cliente; aumentar a competitividade; atuar segundo as estratégias competitivas consideradas mais relevantes; maximizar a produtividade com eficiência e eficácia; e simplificar os processos, reduzindo as atividades que não acrescentem valor ao cliente.

Dessa forma, a gestão do processo de projeto pode ser definida como uma metodologia aplicada à padronização, análise, gerenciamento e medição das atividades que envolvem o processo de projeto. Para Ballard e Koskela (1998), é necessário que haja uma compreensão da gestão de projeto sob a perspectiva da engenharia simultânea, considerando as atividades de conversão, fluxo e geração de valor.

Segundo Koskela (1992), o termo engenharia simultânea remete ao processo de projeto mais elaborado caracterizado por uma análise de requisitos sistematizada que considera as restrições das fases predecessoras e um maior controle das mudanças no final do processo. Em outras palavras, trata-se de abordagem sistêmica que permite o desenvolvimento simultâneo e integrado do projeto.

Em relação à análise do projeto como atividades de conversão, fluxo e geração de valor, Tzortzopoulos (1999) realizou uma comparação, com base em Koskela e Huovila, (1997), e sintetizou que: cada atividade representa uma conversão de informações em requisitos do projeto e uma parte do fluxo total que agrega parte do valor necessário ao



produto, mas impacta sobre o tempo total despendido no projeto e na sua qualidade, que se estiver de acordo, gera valor ao satisfazer as necessidades do cliente (Quadro 1).

**Quadro 1.** Comparação entre o modelo de conversão, fluxo e geração de valor

	<b>Projeto como Conversão</b>	<b>Projeto como Fluxo</b>	<b>Projeto como Geração de valor</b>
Conceituação	Conversão de requisitos no projeto de um produto	Fluxo de informações composto por conversão, inspeção, movimento e espera	Processo onde o valor ao cliente é criado através da satisfação de suas necessidades
Princípios	Decomposição hierárquica; controle de melhoria das atividades decompostas	Eliminação de perdas (atividades desnecessárias); redução de tempo	Diminuição da diferença entre o valor atingido e o melhor valor possível
Contribuição prática	Controlar as atividades a serem desenvolvidas	Controlar a minimização das atividades essencialmente desnecessárias	Controlar para que os requisitos dos clientes sejam atingidos da melhor maneira.
Exemplo de ferramenta de modelagem	Fluxogramas	Matriz de estrutura de projeto (Design Structure Matriz)	Desdobramento da função qualidade (QFD)

Fonte: Tzortzopoulos (1999).

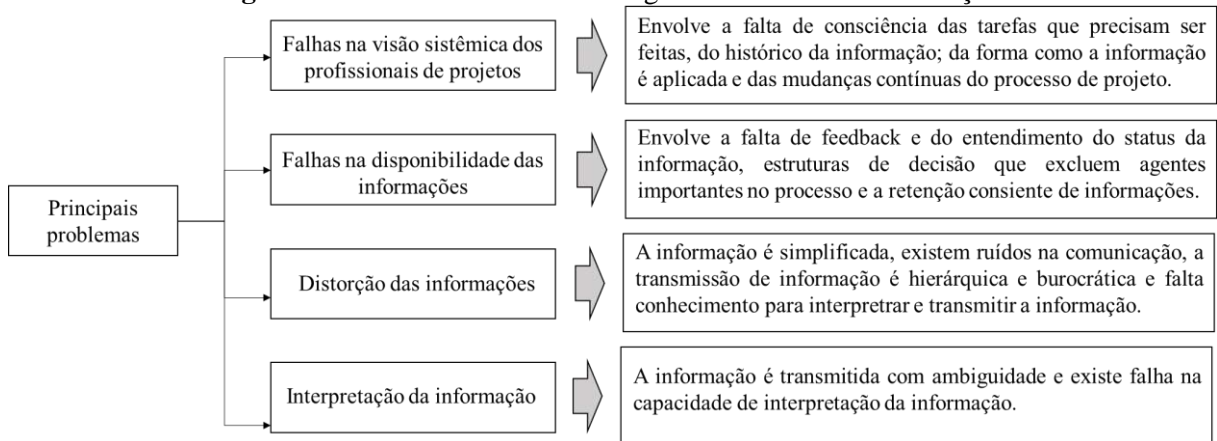
Além disso, Silva e Souza (2003) ressaltam a necessidade de aliar o entendimento a visão da qualidade nos processos de desenvolvimento do projeto, de modo a garantir o atendimento às expectativas dos clientes internos. Tendo em vista que alguns desses processos podem ser terceirizados<sup>2</sup>, Luo, Mallick e Schroeder (2010) também destacam a importância da aproximação das empresas com seus parceiros externos com o objetivo de integrar esses processos. Souza e Melhado (2003) defendem, ainda, que sejam realizados investimentos na gestão e nos processos administrativos dessas empresas, pois, segundo Sedayu *et al.* (2020), o gerenciamento do projeto deve ser eficaz, para evitar conflitos e problemas entre o construtor, os usuários e o meio ambiente.

No estudo realizado por Filippi e Melhado (2015), em que abordam as principais causas que afetam as obras fora do Brasil, no grupo referente ao processo de projeto destacaram-se: erros e discrepâncias nos projetos; detalhes pouco claros e inadequados; complexidade do projeto, dentre outros. Manzione (2013) afirma que muitos desses problemas estão relacionados com a gestão do fluxo de informações como falhas na visão

<sup>2</sup> A terceirização consiste na contratação de pessoas físicas ou jurídicas para a execução de partes, etapas ou sistemas perfeitamente definidos (SERRA; FRANCO, 2001).

sistêmica dos profissionais de projetos, de disponibilidade de informações, de distorção e interpretação das informações (Figura 4).

**Figura 4.** Problemas relacionados à gestão do fluxo de informações



Fonte: Manzione (2013)

É nesse sentido que a utilização das ferramentas BIM, desde o início da concepção do projeto, vem auxiliar a gestão desse processo, pois possibilita o trabalho colaborativo, a associação de informações ao modelo, a realização de simulações e análises prévias à execução da construção, potencializando a minimização de retrabalhos, desperdícios e custo, além de facilitar o planejamento, controle e acompanhamento, tanto na fase de projeto quanto na fase de execução (EASTMAN *et al.*, 2014).

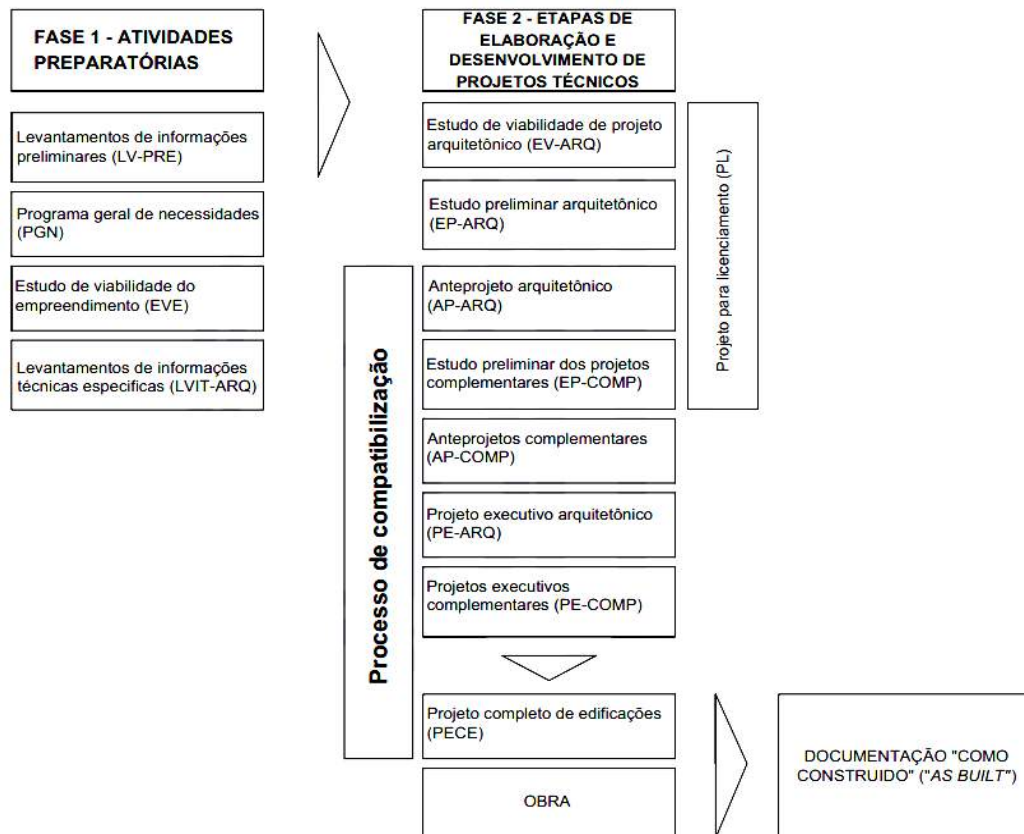
Na literatura, não existe um consenso em relação às etapas que compõe a fase de projeto. Para Silva e Souza (2003), esta fase é composta por oito etapas: planejamento do empreendimento a ser desenvolvido; concepção do produto; desenvolvimento do produto; entrega final de projeto; acompanhamento técnico da obra; coleta de dados e elaboração do projeto de *as built*<sup>3</sup>; elaboração de documentos do manual de uso e manutenção; e avaliação da satisfação do cliente final e de pós-ocupação.

Já a Norma Brasileira Registrada (NBR) 16636-2, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2017), divide em duas fases: preparação, que contempla as etapas de levantamento das informações preliminares (LV-PRE), programa geral de necessidades (PGN), estudo de viabilidade do empreendimento (EVE) e levantamento de informações técnicas específicas (LVIT-ARQ); e a etapa de elaboração, compreendendo o estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ), o estudo preliminar arquitetônico (AP-ARQ),

<sup>3</sup> Termo utilizado para se referir a um projeto como construído.

anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ), estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP), projeto para licenciamentos (PL-ARQ), anteprojetos complementares (AP-COMP), projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ), projetos executivos complementares (PE-COMP), projeto completo de edificação (PECE) e documentação conforme construído (*as built*) (Figura 5).

**Figura 5.** Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação

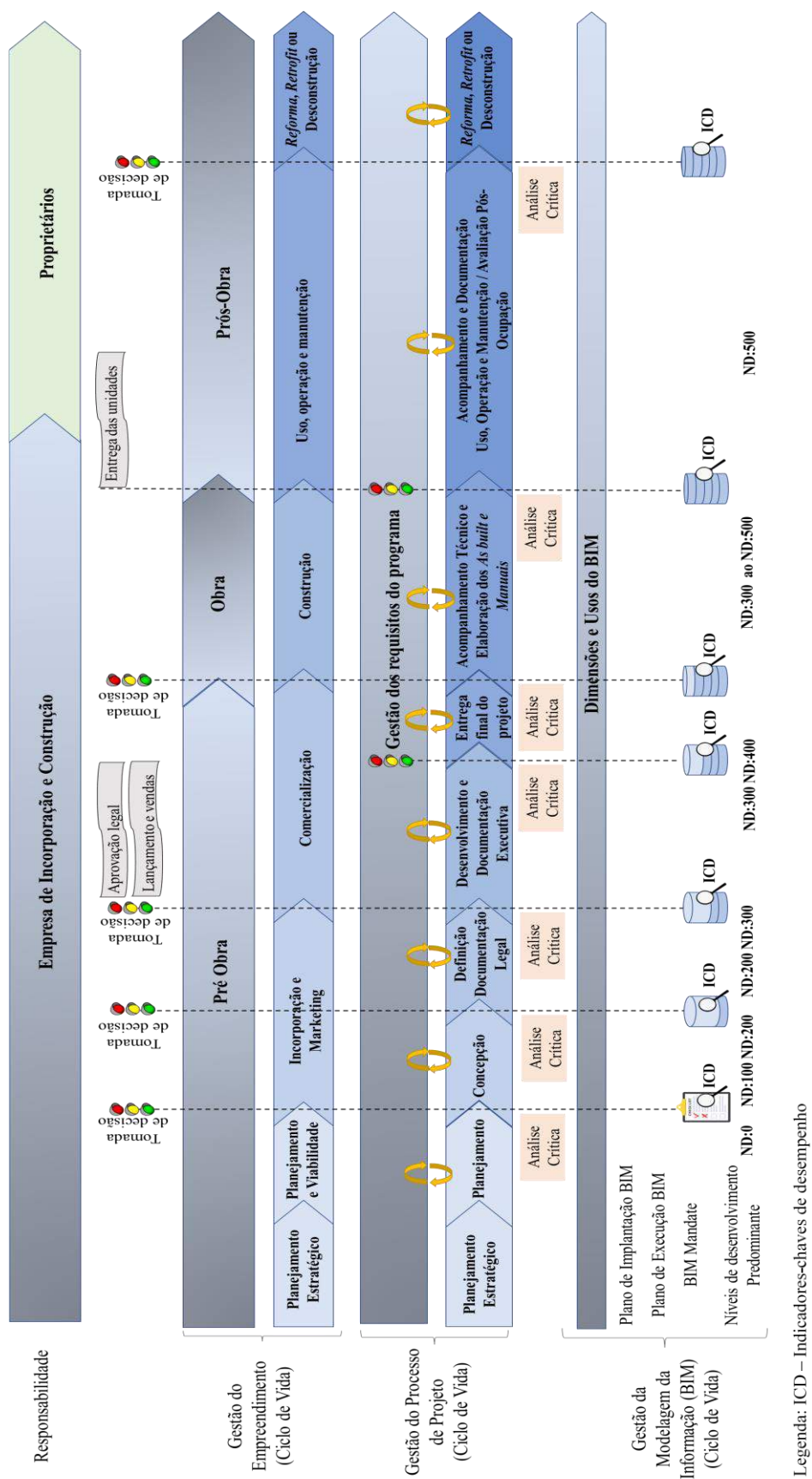


Fonte: NBR 16636-2 (ABNT, 2017).

Cada etapa que compõe a fase de projeto envolve um conjunto de informações e atividades. No intuito de promover a gestão desse fluxo de informações e de atividades, Manzione (2013) propôs uma estrutura conceitual do processo colaborativo de projeto com a utilização do BIM. Essa estrutura foi adaptada para contemplar as etapas adotadas nesta pesquisa, porém mantendo a mesma ideia geral (Figura 6).

Manzione (2013) buscou interligar o processo do empreendimento, a gestão do processo de projeto e a gestão da modelagem da informação com o ciclo de vida da edificação e seus estágios de evolução.

**Figura 6.** Estrutura conceitual da gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM



Fonte: Adaptado Manzione (2013).

Além da adaptação em relação à nomenclatura das etapas, acrescentou-se na estrutura: responsabilidades ao longo do ciclo de vida; a informação das três fases que envolve o ciclo de vida do empreendimento (pré-obra, obra e pós-obra), das etapas de planejamento estratégico e de reforma, *retrofit* ou desconstrução na gestão do empreendimento e do processo de projeto; e com relação à gestão da modelagem, as principais documentações envolvidas (plano de implantação, plano de execução e mandate) e dimensões e usos do BIM.

Ao longo do processo, Manzione (2013) também propôs pontos de controle estratégicos: para a tomada de decisão com base na utilização de indicadores-chaves de desempenho (1); para a análise crítica das etapas visando à verificação do atendimento aos requisitos de projeto e validação da etapa (2); e a retroalimentação do processo (3). À medida que o processo evolui, o nível desenvolvimento e de informações do modelo se torna mais detalhado, crescendo a necessidade de adotar um sistema de gestão de informações eficiente.

Para aprofundar nesse estudo da gestão processo de projeto, em termos de matriz de maturidade, é necessário definir os conceitos e os princípios envolvidos, em termos de *Green*, *Lean* e BIM.

## 2.3 Descrição dos conceitos

### 2.3.1 Princípios Green (Sustentabilidade)

Desde o final da década de 1980, cresce o interesse e a preocupação com os impactos ambientais que são causados e/ou potencializados por intervenções humanas, principalmente em prol do desenvolvimento socioeconômico das grandes cidades pós-industrialização. Foi diante dessa necessidade de aliar a questão ambiental com a econômica e social que emergiu, em 1987, com a publicação do Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o conceito de desenvolvimento sustentável, tornando-se difundido como “o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (ONU-BR, 2018, p. 1).

Desse modo, passou-se a discutir a adoção de tecnologias que aliassem a questão ambiental, política e social entre os diversos setores, com destaque para o setor da CC, pois é um dos grandes responsáveis pelo consumo de energia e recursos naturais, emissão de gases poluentes e produção de resíduos (SOARES *et al.*, 2006). Assim, da associação do conceito de desenvolvimento sustentável com a CC surgem teorias e soluções que buscam reduzir o impacto do setor através da promoção da construção sustentável ou *Green Building* (GB).

A construção sustentável pode ser definida como uma edificação projetada, construída e usufruída com base em uma gestão responsável de todo o ciclo de vida e que leva em consideração, principalmente, o uso eficiente dos recursos, a degradação ambiental e a criação de ambientes saudáveis (KIBERT, 1994; PINHEIRO, 2006). Kibert (1994) defende que estes critérios sustentáveis sejam adicionados aos critérios tradicionais de construção, como desempenho, qualidade e custo. Desta forma, segundo o autor, seis princípios devem nortear a construção sustentável, sendo:

- Minimização do consumo de recursos;
- Maximização da reutilização de recursos;
- Utilização de recursos renováveis ou recicláveis;
- Proteção do ambiente natural;
- Criação de um ambiente saudável e não tóxico;
- Manutenção da qualidade na criação do ambiente construído.

Além disso, observou-se uma ampla difusão do desenvolvimento de sistemas de classificação GB, como as certificações *Building Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) e *Démarche Haute Qualité Environnementale* (HQE), dentre outras, que permitem sistematização de requisitos de projeto de diversas especialidades para avaliar o desempenho projeto e construção de edifícios (WONG; KUAN, 2014; DANTAS FILHO; CÂNDIDO; BARROS NETO, 2016).

Outra técnica bastante utilizada foi a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para a análise das edificações (VASCONCELOS, 2015; REIS, 2015; HONDA, 2016). Segundo a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009), a ACV consiste em uma metodologia para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto e estruturada em quatro fases: definição de objetivo e escopo; análise de inventário; ampliação de impacto; e interpretação. Os resultados de sua aplicação podem auxiliar, por exemplo, a identificação de oportunidades de melhorias do desempenho ambiental do produto (ABNT, 2009).

Pinheiro (2006), buscando identificar os aspectos relevantes da construção sustentável, apresentou uma relação das principais questões e consequências envolvidas distribuídas em cinco áreas: ocupação do solo, energia, água, materiais e outros (Quadro 2). É importante

observar que a maioria dos aspectos relacionados, está associada às decisões tomadas nas fases iniciais do ciclo de vida de uma edificação, o que engloba a fase de projeto.

**Quadro 2.** Aspectos relevantes da construção sustentável

Área	Questões Principais	Consequências
Ocupação do solo	Uso eficiente do solo	• Edifícios multifuncionais
	Durabilidade dos edifícios	• Projetos com Flexibilidade / adaptabilidade • Projetos com desempenho de elevada qualidade durante o ciclo de vida • Uso de técnicas para ACV ( <i>Life Cycle Assessment e Life Cycle Cost</i> ) • Compreensão das necessidades e requisitos futuros dos usuários
	Escolha do local	• Consideração do contexto local (clima, topografia, impacto visual, ruído, economia local)
	Aproveitamento dos edifícios existentes	• Aumento das atividades de reabilitação e recuperação
	Proteção da natureza	• Proteção da flora e vida selvagem
	Minimizar o uso transportes privados	• Educação dos ocupantes dos edifícios
Energia	Edifícios energeticamente eficientes	• Projeto integrado para a eficiência energética • Utilização de fontes de energia renovável • Garantia da qualidade do ambiente interior
	Otimização de aquecimento / arrefecimento / iluminação	• Iluminação natural / iluminação passiva • Aquecimento / arrefecimento passivo
	Locais de construção energeticamente eficientes	• Diminuição das necessidades do transporte para o local
	Otimização do consumo de energia	• Utilização de sistemas de gestão energética
Água	Poupança de água potável	• Tratamento e reutilização das águas de lavagem
	Otimização do consumo de água	• Utilização de sistemas de gestão da água • Aproveitamento de água da chuva
Materiais	Gestão de resíduos	• Sistemas integrados de coleta de resíduos • Gestão local dos resíduos de construção
	Materiais não tóxicos e controlo climático	• Maior consideração da toxicidade ambiental e ocupacional dos materiais
	Edifícios recicláveis e reutilizáveis	• Projeto e construção com consideração do destino final
	Utilização eficiente de matérias-primas	• Uso de materiais locais e técnicas de construção tradicionais • Aumento da utilização de materiais renováveis • Uso de técnicas de desconstrução e desmantelamento seletivo, de forma a otimizar a reciclagem
	Aumento da vida útil dos edifícios	• Adaptação dos edifícios às necessidades futuras dos seus ocupantes
Outros	Otimização do processo do edifício	• Aumento das parcerias entre projetistas, fabricantes, construtores etc.

Fonte: Pinheiro (2006, p.116).

Além disso, percebe-se que alguns desses aspectos considerados também possuem relação com outros temas, como: arquitetura bioclimática, que considera premissas e soluções projetuais respeitando, por exemplo, as condições climáticas locais, a relação com o entorno, os recursos disponíveis na natureza, a eficiência energética da edificação e o atendimento aos níveis de conforto para os usuários utilizando técnicas passivas; NBR 15575 (ABNT, 2013), quando aborda a questão do atendimento mínimo aos requisitos de durabilidade, manutenibilidade, adequações ambientais, conforto térmico, acústico, lumínico, dentre outros; e do *Lean Construction*, que busca o aumento da geração de valor através do atendimento às necessidades dos clientes, a redução de perdas e desperdícios através da otimização do processo e uso eficiente dos recursos, entre outras relações. Este último tema será mais aprofundado a seguir.

### 2.3.2 *Princípios Lean Construction*

Desenvolvida por um processo de tentativa e erro, as bases para a formulação da filosofia LC foram originadas na década de 1950, no Japão, a partir do Sistema Toyota de Produção (STP), cuja ideia básica consistia em buscar a eliminação de estoques e das perdas, redução dos lotes e tempos de montagem, automação<sup>4</sup>, aproximação com fornecedores e controle da qualidade (SHINGO, 1984; OHNO, 1988; KOSKELA, 1992).

Segundo Ohno (1997) e Koskela (2004), as perdas são atividades que não agregam valor ao produto e podem ser classificadas em oito tipos:

- Superprodução.
- Transporte.
- Processamento em si.
- Movimentação.
- Estoque.
- Defeitos.
- Espera.
- *Making-do*.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Automação com um toque humano (SHINGO, 1984).

<sup>5</sup> São perdas relacionadas ao imprevisto, na qual a atividade é iniciada ou continuada, mesmo sem ter todos os recursos necessários para sua execução (KOSKELA, 2004).



Dentre as ideias principais que envolve o LC, destacam-se: o *Just in time* (JIT), baseado no método de controle da produção puxada, busca a redução e/ou eliminação de estoques e perdas através da melhoria contínua das operações, equipamentos e processos; e o *Total Quality Control* (TQC), que surge da necessidade de controlar a qualidade dos processos e operações em todos os setores da empresa, visando agregar valor aos clientes internos e externos (KOSKELA, 1992). Bugdol *et al.* (2020), em seus estudos, confirmaram a premissa de que o sistema de gestão da qualidade pode auxiliar o processo de implementação do *Lean*.

Idealizada por Koskela (1992), a filosofia do LC é formada por onze princípios, sendo:

- Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao processo.
- Aumento do valor do produto ou serviço a partir das considerações dos clientes externos e/ou internos.
- Redução da variabilidade.
- Redução do tempo de ciclo.
- Minimização do número de passos e partes, em outras palavras, simplificar e reduzir o número de atividades.
- Aumento da flexibilidade de saída.
- Aumento da transparência do processo.
- Foco do controle no processo global.
- Introdução de melhorias contínuas no processo.
- Equilíbrio de melhorias de fluxo e conversão.
- *Benchmarking*<sup>6</sup>.

Para Naney, Goser e Azambuja (2012), a adoção da filosofia *Lean* fomenta a observação de tarefas específicas dentro de um sistema de produção para que sejam identificadas as possibilidades de melhorias desse sistema. Uma das formas de melhorar o sistema é a interação com outras teorias e/ou modelos conceituais, a exemplo do *Building Information Modeling* (BIM). O BIM é conhecido pelos *softwares* que fazem a interligação entre outras teorias e o produto concebido, tem uma vasta literatura descritiva e que mostra os

---

<sup>6</sup> Para Santos, Powell e Hinks (2001), é um processo de transmissão de conhecimento baseado em práticas produtivas do mercado.

caminhos de interação com as teorias, ou seja, antes de ser meio (ferramenta) é também uma teoria.

Para Hamdi e Leite (2012), a integração do *Lean* com BIM apresenta oportunidades de melhoria, porém traz muitos desafios para a implementação. Além disso, os autores defendem que mesmo o BIM sendo uma ferramenta de suporte e o *Lean* processos gerenciais, as interações são bidirecionais. Mollasalehi *et al.* (2018) acreditam que aplicação de novas abordagens inovadoras e tecnológicas, como a interação desses dois conceitos, tem contribuído para melhorar a produtividade do projeto e o desempenho da indústria da construção.

### 2.3.3 Diretrizes/Conceito BIM

*Building Information Modeling* (BIM), também conhecido como Modelagem da Informação da Construção, é considerado um modelo virtual composto por um banco de dados que permite visualizar e agregar informações ao espaço projetado, aumentando a produtividade e a racionalização do processo (CRESPO; RUSCHEL, 2007, p. 2). Para Eastman *et al.* (2014, p. 13), é “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

Azevedo (2009) destaca que esse conceito envolve a modelagem virtual e integrada de informações do edifício em todas as disciplinas de projetos e abrange todo o ciclo de vida da edificação. Assim, além de fomentar o trabalho colaborativo entre essas diversas especialidades envolvidas durante todo o processo, do início ao fim, trata-se de um processo fundamentado na modelagem paramétrica da edificação que visa à integração de profissionais e sistemas com interoperabilidade de dados, principais características de um *software* BIM (CAMPESTRINI, 2015).

Segundo Eastman *et al.* (2014), a modelagem paramétrica consiste na modelagem de objetos com a inserção de parâmetros e regras relacionados à geometria e/ou de propriedades e características não geométricas, o que permite que esses objetos se atualizem automaticamente, e a aplicação de diversos usos. Quanto à interoperabilidade, para os autores é definido como a capacidade de realizar um intercâmbio de dados entre diferentes softwares sem perdas utilizando o formato *Industry Foundation Classes* (IFC).

De acordo com a teoria desenvolvida por Arnal (2018), o BIM abrange 10 dimensões: 1D, referente à implantação de protocolos BIM; 2D, fluxos de trabalho colaborativo e contratações; 3D, à modelagem digital; 4D, ao planejamento; 5D, à orçamentação; 6D, à

sustentabilidade; 7D, à operação e manutenção; 8D, à segurança; 9D, à construção enxuta; e 10D, à industrialização da construção (Figura 7).

**Figura 7.** Dimensões do BIM



Fonte: Arnal (2018)

Muitas dessas dimensões estão associadas a usos específicos. Dentre os principais usos do BIM para a fase de projeto pode-se destacar: análise do terreno, através da realização de estudos de massa; projetos de autoria; revisão de projeto; análise estrutural, de iluminação, energética, dentre outras; avaliação de sustentabilidade; verificação de normas e legislação; e coordenação 3D (PEN STATE, 2019). A aplicação desses usos varia conforme a necessidade da empresa e requer processos e fluxos de trabalhos bem definidos, trazendo muitos benefícios.

De modo geral, a adoção do BIM se apresenta como ganho na realização não só de projetos idealizados da fase inicial, mas para todo o ciclo da edificação, onde a análise de todos os dados existentes e fatores de determinada importância devem ser considerados. Para Pereira e Amorim (2016), o BIM facilita a compreensão da edificação e fornecem dados, de modo a evitar equívocos e retrabalhos.

Além disso, seus benefícios e usos podem ser potencializados com a associação de novas ferramentas e tecnologias, como realidade aumentada (RA), realidade virtual (RV), *laser scanning*, *Internet of Things* (IoT), *blockchains*, *big data*, inteligência artificial, dentre outras. Worawan e Motamedi (2019), por exemplo, propuseram um método para integrar a visualização automatizada de dados ambientais (temperatura do ar interno, umidade e nível de luz) referentes às condições do ambiente interno através da utilização de sensores com um sistema de RV.

É notório que o BIM acelera os processos de decisões que precisam ser tomadas, não apenas relacionadas aos detalhes construtivos e especificações de um determinado projeto, mas também sobre os métodos construtivos que serão utilizados (CBIC, 2016; PEREIRA; AMORIM, 2016). Sendo assim, apesar de não ser uma prática comumente adotada entre

empreendedores, investimentos no desenvolvimento dos projetos são necessários, mesmo que impliquem em um aumento de custo inicial e do prazo relacionados aos projetos (MELHADO, 1994).

Contudo, faz-se necessário que o coordenador ateste as informações para formatação, pois este modelo servirá como base sólida para possíveis soluções projetuais (CATELANI, 2016). Existem dois tipos de informações essenciais em um modelo: o *Level of Development* (LOD) que remete ao nível de desenvolvimento do modelo; e em *Level of Information* (LOI), ao nível de detalhamento das informações do modelo (ASBEA, 2015).

A implantação<sup>7</sup> e a implementação<sup>8</sup> do BIM em uma organização é um processo complexo e que envolve muitos desafios. Santos (2018) realizou uma pesquisa com 10 construtoras em Sergipe e as grandes dificuldades encontradas estavam relacionadas ao alto custos para implantação, à baixa utilização no mercado local, à pouca oferta de profissionais capacitados para trabalhar com o BIM e ao alto tempo de aprendizagem, praticamente os mesmos resultados encontrados por Maciel (2014).

Já Zeglin, Reis e Vergara (2018) buscaram relacionar os desafios ao fator humano, à gestão, à política e mercado e à tecnologia e dentre os principais resultados encontrados dentro do contexto brasileiro observou-se, respectivamente, a necessidade de: contratação de profissionais qualificados; mudança na cultura de processo e gestão do projeto; um protocolo BIM; e alto investimento na tecnologia. Nesse sentido, existem muitas ferramentas que podem contribuir e auxiliar nesse processo de implantação ou implementação, principalmente para direcionar as ações da alta direção, e uma delas é a matriz de maturidade.

## 2.4 Matriz de Maturidade

As pesquisas sobre o desenvolvimento e crescimento das organizações teorizaram a dinâmica do amadurecimento das empresas ao longo do tempo, na tentativa de identificar padrões ou aspectos-chave acerca das mudanças ocorridas e presentes no comportamento e na estrutura organizacional (SILVEIRA; MAESTRO FILHO; DIAS, 2007; SILVEIRA, 2009). Isso contribuiu para a criação de modelos multiníveis, baseados em estágios sucessivos de maturidade, que a partir da identificação desses aspectos, procuraram especificar e descrever conjuntos de características para fases distintas das organizações, visando nortear a ação

---

<sup>7</sup> A implantação remete ao processo inicial de adoção do BIM.

<sup>8</sup> A implementação se refere a continuidade do processo de adoção do BIM.

gerencial e antecipar mudanças ou desafios futuros (SILVEIRA; MAESTRO FILHO; DIAS, 2007).

Para Smith, Mitchell e Summer (1985), dentre os trabalhos publicados, destacaram-se o de Haire em 1959, sendo um dos primeiros autores a propor essa teoria de que o desenvolvimento das organizações pudesse seguir um padrão, e o de Chandler em 1962, que observou as mudanças de cada etapa ao introduzir os estágios em modelos, estratégias e estruturas das empresas. Assim, foi a partir do final da década de 1960 que esses modelos começaram a se disseminar na literatura (SMITH; MITCHELL; SUMMER, 1985; SILVEIRA, 2009).

Outros autores afirmam que os modelos de maturidade tiveram início com o Aferidor de Maturidade de Gestão da Qualidade, desenvolvido por Crosby em 1979, cujo objetivo consistiu em criar uma metodologia de avaliação aplicada à gestão dos diversos processos de qualidade (NASCIMENTO *et al.*, 2016). Para Silveira (2009, p. 230), os modelos de estágios de maturidade aplicados às organizações partem da premissa de que “os processos de trabalho podem ser estruturados pelas empresas a partir de estágios ou níveis de evolução, sendo claramente definidos, gerenciados e controlados ao longo do tempo”. Ressalta-se que cada nível de maturidade representa uma medida de efetividade, capacidade ou desempenho em qualquer processo específico (SILVEIRA; MAESTRO FILHO; DIAS, 2007).

Desta forma, a matriz de maturidade pode ser definida como um método lógico para identificar o nível de maturidade de uma organização (CROSBY, 1979). Segundo Lima (2008), representa uma forma de mensurar a habilidade das organizações para desenvolver seu processo de desenvolvimento. De acordo com a NBR 9004 (ABNT, 2010), esses modelos consistem em ferramentas de autoavaliação que, além de ajudar a identificar áreas de melhoria e/ou inovação, fornecem um panorama do desempenho organizacional e do nível de maturidade do sistema de gestão.

Nesensohn *et al.* (2014) destacaram diversos benefícios resultantes da aplicação da matriz, como a questão da geração da autoconsciência em relação ao estado em que se encontra, do estabelecimento de uma linguagem unificada, do desenvolvimento de uma cultura empresarial consolidada, dentre outros (Quadro 3). Diante desses benefícios, alguns modelos passaram a ser adaptados para a Construção Civil (CC).

**Quadro 3.** Principais benefícios da aplicação da matriz

<b>Benefícios</b>
Gerar consciência e importância do estado atual, para identificar a complexidade potencial e os requisitos para melhoria (Wendler, 2012);
Oferecer orientações e informações de modo a priorizar ações de melhoria e iniciar uma mudança cultural (Pennypacker, 2005);
Fornecer informações cruciais sobre os pontos fortes e fracos, objetivando planejar e direcionar transformações contínuas (Perkins <i>et al.</i> , 2010a, Perkins <i>et al.</i> , 2010b);
Servir como referência para implementar uma abordagem de mudança ou melhoria de forma sistemática e bem direcionada (Cooke-Davies, 2007);
Estabelecer uma linguagem comum e compartilhada (Klimko, 2001);
Proporcionar a capacidade de desenvolver uma cultura de excelência dentro de uma organização (Equipe do Produto CMMI, 2010);
Permitir uma incorporação sustentada de processos de negócios (Eadie <i>et al.</i> , 2011).

Fonte: Nesensohn *et al.* (2014).

Quando comparada com outros setores industriais, observa-se que a CC não evoluiu com a mesma velocidade e que ainda existem muitos erros de qualidade levando à retrabalhos (KNOTTEN *et al.*, 2015). Além disso, a CC é dotada de características peculiares, em que muitos de seus problemas podem estar associados à má gestão da fase de projetos, falta de planejamento e investimento em seus processos construtivos, de profissionais qualificados, conservadorismo do setor (BALLARD; KOSKELA, 1998).

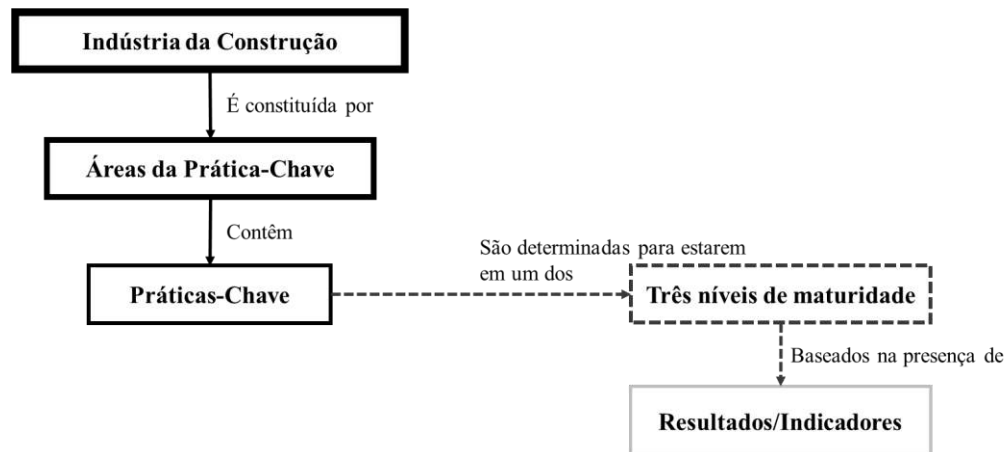
Nesse contexto, pesquisadores e profissionais da indústria há muito tempo se esforçam para encontrar maneiras de medir e melhorar o desempenho na construção, onde a maioria das iniciativas levou ao desenvolvimento e uso de estruturas e modelos de medição com foco nos níveis organizacional e de projeto (WILLIS; RANKIN, 2012). Verifica-se que essas maneiras de medir ou melhorar o desempenho recebem diversas denominações, como *framework*, matriz, modelo, ferramenta, instrumentos, dentre outros (CARVALHO; SANTOS, 2019).

Willis e Rankin (2012) desenvolveram o *Construction Industry Macro Maturity Model* (CIM3), um modelo de maturidade voltado para a CC. Para esses autores, os principais objetivos desse modelo consistiram na modelagem da maturidade do setor em um nível macro para fornecer indicadores de desempenho, no fornecimento de um contexto no qual interpretar o desempenho do projeto, na possibilidade de realizar comparações entre diferentes localidades e no direcionamento em relação às iniciativas de melhoria no setor (WILLIS; RANKIN, 2012).

Para conseguir alcançar esses objetivos, o CIM3 determina a capacidade da indústria com relação a um conjunto de práticas-chave (KC). O modelo agrupa as principais KC encontradas de acordo com as principais áreas de atuação (KPA) que estão relacionadas com as metas de desempenho do setor, determina a importância relativa percebida das principais

práticas em relação ao desempenho de seus KPAs e, por fim, determina a importância relativa percebida dos KPAs em relação ao desempenho geral do setor (WILLIS; RANKIN, 2012). A visão geral do modelo é apresentada na Figura 8.

**Figura 8.** Visão geral do CIM3



Fonte: Adaptado Willis e Rankin. (2012).

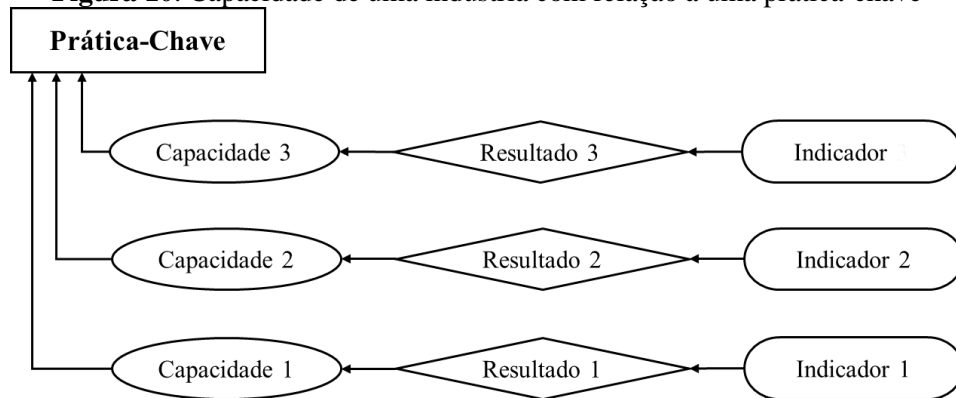
Segundo Willis e Rankin (2012), a lógica básica utilizada para entender a maturidade parte do princípio de que a prática-chave é uma forma ou abordagem utilizada para alcançar um objetivo específico, que por vez, é avaliada para determinar a capacidade em relação a ela mesma e, em seguida, é transformada em um nível de maturidade (Figura 9).

**Figura 9.** Lógica básica que relaciona à prática-chave ao desempenho



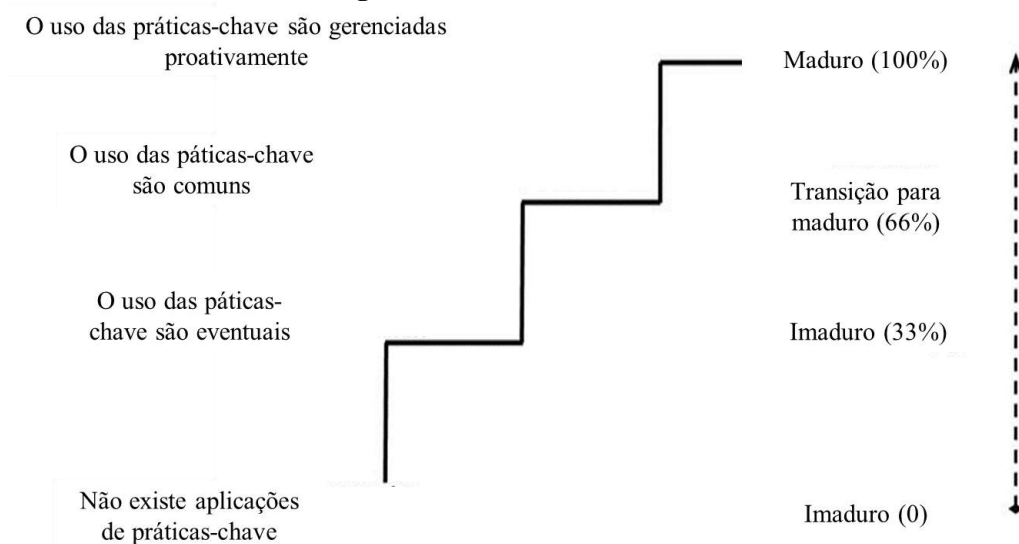
Fonte: Adaptado Willis e Rankin. (2012).

Essas práticas-chaves estão associadas a três níveis de capacidades que refletem uma progressão em relação ao seu nível de uso (**Figura 10**). A presença de uma capacidade é determinada com base na existência de indicadores e cada capacidade pode ser vista como um “limite de uso”.

**Figura 10.** Capacidade de uma indústria com relação a uma prática-chave

Fonte: Adaptado Willis e Rankin. (2012).

A capacidade 1 reflete o uso de uma prática-chave inconsistente e representa o nível “imaturo”; a capacidade 2, ao uso pela maioria dos projetos e das organizações (padronizado) e representa o “maduro transicional”; e, por sua vez, a capacidade 3, o uso da prática-chave se torna eficaz com a utilização de medição de desempenho e representa o nível maduro (Figura 10 e Figura 11). Cada nível de maturidade recebe uma pontuação numérica conhecida como *score* de capacidade que é de respectivamente, 1/3, 2/3 e 3/3. Quando o *score* é zero, significa que a prática-chave não é utilizada ou inexistente.

**Figura 11.** Níveis de Maturidade

Fonte: Adaptado Willis e Rankin. (2012).

A seguir, encontra-se uma revisão das matrizes aplicadas aos conceitos utilizados neste trabalho.



### 2.4.1 Matriz de Maturidade aplicada ao Green

Em termos de maturidade aplicação ao *Green*, na literatura, as aplicações da matriz de maturidade *Green* na CC normalmente estão associadas a outros termos, como eficiência energética, projetos, sustentabilidade organizacional, inovação etc. A partir do mapeamento sistemático da literatura (MSL) realizado em relação ao tema, foram identificados quatro modelos (Quadro 4).

**Quadro 4.** Modelos de Maturidade *Green*

Modelos	Aplicação	Níveis	Autores
<i>Maturity Model for Construction Project Ecological Quality Management</i> (EQM)	Avaliar a maturidade da qualidade de projeto para construção ecológica	5 níveis	Zang e Lin (2009)
<i>Ecodesign Maturity Model</i> (EcoM2)	Avaliar os benefícios potenciais do ecodesign e testar múltiplos cenários	1 Incompleto 2 Inicial 3 Formalizado 4 Controlado 5 Melhorado	Pigosso <i>et al.</i> (2013)
<i>Energy Efficiency Maturity Matrix</i>	Avaliação eficiência energética em edifícios nas fases de orientação, planejamento e implementação, operação e supervisão, desempenho e demonstração	0 Ignorância 1 Despertar 2 Bem-informado 3 Profissional	Stenqvist, Nielsen e Bengtsson (2018)
<i>Strategic Collaboration in Construction Maturity Model</i> (SCCMM)	Avaliação da Colaboração estratégica na <i>retrofit</i> sustentável do edifício	1 Muito baixo 2 Baixo 3 Moderado 4 Alto 5 Muito Alto	Johansen, Jensen e Thuesen (2017)

Fonte: Autora (2019).

Zang e Lin (2009), por exemplo, construíram um modelo de maturidade para gerenciamento da Qualidade de Projetos Ecológicos (EQM) com base no modelo de maturidade de gerenciamento de projeto, a fim de fornecer uma estrutura e processo operacional para organização de modo a melhorar a capacidade de EQM do projeto.

Ao analisar a interação, em termos de maturidade, com outros conceitos, Campos *et al.* (2012) analisaram a relação entre LC e *Green*, pelo uso de ferramentas de avaliação que mostram indicadores de maturidade em empresas que envolvem ambas as abordagens. Para os autores, as filosofias *Lean* e o *Green* são práticas estratégicas e buscam reduzir a perda devido à ineficiência organizacional, porém, suas aplicações exigem a realização de investimentos nas empresas, sendo necessário medir essas perdas de forma contínua.

Johansen, Jensen e Thuesen (2017), por sua vez, propuseram um modelo de maturidade para avaliação da colaboração estratégica de prestadores de serviços na *retrofit* sustentável do edifício. Diante da realidade europeia de envelhecimento do parque imobiliário, os autores buscaram estabelecer parâmetros como preço, valor para o dinheiro, desenvolvimento, parceiro estratégico e colaboração estratégica, para facilitar o relacionamento cliente e prestador de serviços, execução de obras de *retrofit* e o atendimento dos requisitos do projeto, bem como aumentar a eficiência do *retrofit* e assertividade do orçamento.

Stenqvist, Nielsen e Engtsson (2018) desenvolveram uma matriz de maturidade de eficiência energética para edifícios com o objetivo de servir de suporte para os processos renovação e manutenção de edifícios sustentáveis. Verifica-se, então, que diversos autores estudaram a interação matriz de maturidade e o conceito Green, sendo que em um dos trabalhos foi verificada a interação desses com *Lean*.

#### 2.4.2 Matriz de Maturidade aplicada ao Lean

Com foco na implementação de melhoria de processo pela engenharia e organizações da construção através da aplicação dos princípios *Lean*, teorias e modelos de maturidade também foram desenvolvidos. Observa-se que a maioria desses modelos são voltados para avaliar o grau de maturidade da utilização de princípios e práticas *lean* em empresas e envolvem uma escala de cinco níveis de maturidade. Desses, dois são voltados especificamente para a CC, como o *Lean Construction Maturity Model* e o *Lean Construction Maturity* (Quadro 5).

Chesworth, London e Gajendran (2010), a seu modo, desenvolveram um modelo teórico de maturidade da cultura *Lean*, pois acreditavam que os problemas relacionados com a baixa produtividade, perda de eficiência e geração de resíduos em campo estão relacionados com os comportamentos dos indivíduos nas organizações. Através da lente da teoria da difusão, os autores defendem que a cultura organizacional é uma construção dinâmica, em que a cultura durante o processo de implementação pode ser interpretada de forma positiva e negativa.

Naney, Goser e Azambuja (2012), por sua vez, discutiram a utilização do ciclo de inovação publicitária de Gartner, definindo-o como uma representação gráfica da maturidade, adoção e aplicação social de tecnologias específicas, e as curvas de adoção de tecnologia, afirmando que sempre existe uma pausa durante a adoção de qualquer nova tecnologia ou

processo. De acordo com os autores, isso acontece quando a inovação é descontínua, caso da LC, pois exige uma mudança no comportamento e nem sempre essa mudança é simples. Porém, embora existam dificuldades durante esse processo de adoção, deve-se buscar compreendê-las, a fim de desenvolver estratégias para removê-las.

**Quadro 5.** Modelos de Maturidade *Lean*

Modelos	Aplicação	Níveis	Autores
<i>Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT)</i>	Avaliar o grau de maturidade do uso de princípios e práticas <i>Lean</i> em empresas	1 Consciência/ Esporádico 2 Consciência geral/ Informal 3 Abordagem sistêmica 4 Refinamento contínuo 5 Excepcional/ Inovativa	Nightingale e Mize (2002)
<i>Lean Cultural Maturity Model</i>	Avaliar o grau de maturidade do uso de princípios e práticas <i>Lean</i> em empresas	-	Chesworth, London e Gajendran (2010)
<i>Gartner's Hype Cycle model</i>	Avaliar o nível de adoção de inovações relacionando-as com <i>Lean</i>	-	Naney, Goser e Azambuja (2012)
<i>Lean Construction Maturity Model (LCMM)</i>	Avaliar o grau de maturidade do uso de princípios e práticas <i>Lean</i> em empresas	1 Incerteza 2 Despertar 3 Esclarecimento 4 Sabedoria 5 Certeza	Nesensohn <i>et al.</i> (2014)
<i>Highways Agency Lean Maturity Assessment Toolkit – HALMAT</i>	Avaliar o grau de maturidade do uso de princípios e práticas <i>Lean</i> em empresas	-	Department of Transport, UK
<i>Lean Manufacturing Performance Evaluation Audit</i>	Avaliar o desempenho de empresas de manufatura quanto a aplicação do <i>Lean</i>	-	Donovan (2015)
<i>Lean Construction Maturity</i>	Avaliar o grau de maturidade do uso de princípios e práticas <i>Lean</i> em empresas	1 Manifestação Física 2 Manifestação Comportamental 3 Manifestação Estratégica	Sainath, Varghese e Raghavan (2018)

**Legenda:** Não identificado pela pesquisadora (-)

Fonte: Autora (2019).

Em termos organizacionais, Testani e Ramakrishnan (2013) adaptaram a ferramenta *hoshin kanri*<sup>9</sup> para uma metodologia denominada de planejamento *hoshin*<sup>10</sup> centrado no líder,

<sup>9</sup> Como nos certificamos de que estamos no caminho certo.

<sup>10</sup> Busca do apoio prévio e do consentimento informal das pessoas envolvidas antes que uma decisão formal seja tomada.

que combina a avaliação de maturidade de capacidade *Lean* com *Lean nemawashi*<sup>11</sup> entre líderes corporativos para determinar os objetivos estratégicos para a implantação do *Lean* na organização. Assim, na visão dos autores, para que as organizações consigam adotar o *Lean* de forma eficiente, é necessário ter um processo de priorização e planejamento objetivos para direcionar a atuação dos líderes. Conforme citado anteriormente, a matriz de maturidade pode ser apresentada na forma de níveis. Deste modo, as fases componentes de um processo podem ser priorizadas segundo níveis hierárquicos.

Nessa temática, Nesensohn *et al.* (2013) realizaram um levantamento de dados com 11 (onze) especialistas distribuídos em seis países, buscando explorar os benefícios de associar o *Lean* com Modelos de Maturidade (MM). Dentre os resultados, os autores identificaram que alguns entrevistados já utilizavam MM e introduziram uma estrutura de atributos para a maturidade LC. Com esses resultados, Nesensohn *et al.* (2014, 2015a e 2016) construíram uma metodologia para o desenvolvimento teórico de um modelo de maturidade para a construção enxuta (LCMM).

Em outra pesquisa, Nesensohn *et al.* (2015b) realizaram dois mapeamentos sistemáticos utilizando maturidade como palavra-chave e, em ambos, os resultados apresentaram um crescimento em relação ao número de publicações. Porém, ao realizarem um terceiro mapeamento utilizando como palavras-chave construção e gerenciamento, constataram que o crescimento de publicações em construção não acompanhou o de gerenciamento.

Ainda nesse contexto de hierarquização, Sainath, Varghese e Raghavan (2018) propuseram em seu artigo uma estrutura para avaliar a maturidade das organizações em relação ao LC, através da aplicação de uma matriz multidimensional. Sendo assim, baseado nos modelos de maturidade desenvolvidos por Nesensohn *et al.* (2014, 2015 e 2017), Donovan (2015), e o Departamento de Transporte do Reino Unido, os autores delimitaram que o conceito de gestão do LC deve abranger a manifestação física (baseada na atividade), comportamental (baseada na cultura) e estratégica (a longo prazo).

Torna-se importante também relatar exemplos de aplicações de matriz de maturidade com o BIM.

---

<sup>11</sup> Construção do consenso.

### 2.4.3 Matriz de Maturidade aplicada ao BIM

Quanto à maturidade na aplicação do BIM, é importante salientar que na literatura inúmeros modelos têm sido desenvolvidos com diversos tipos de aplicações, buscando a integração do BIM em empresas (Quadro 6).

**Quadro 6.** Modelos de Maturidade BIM

Modelos	Aplicação	Níveis	Autor
<i>Integrated BIM (iBIM)</i>	Gestão de projetos e contratos na indústria da construção no Reino Unido	-	Bew, Underwood, Wix, Storer (2008)
<i>BIM Maturity Stages Model</i>	Avaliar o grau de maturidade do uso do BIM em organizações	1 Inicial 2 Definido 3 Gerenciado 4 Integrado 5 Otimizado	Succar (2009)
<i>Nbims Capability Maturity Model (CMM)</i>	Avaliar o grau de maturidade BIM em organizações	-	<i>National Building Information Modeling Standard (NBIMS, 2007)</i>
<i>BIM QuickScan</i>	Instrumento de benchmarking Organização e Gerenciamento, mentalidade e cultura, estrutura e fluxo da informação	-	TNO (2010)
<i>Information Maturity Evaluation Assessment Tool (IMEAT)</i>	Identificação da maturidade da informação no uso do BIM	-	Zou, Tang e Goh (2013)
<i>BIM proficiency matrix</i>	Usado para avaliar a habilidade de profissional com o BIM	1 Baixo padrão 2 Certificado BIM 3 Prata 4 Ouro 5 Ideal	IU (2019b)

**Legenda:** Não identificado pela pesquisadora (-)

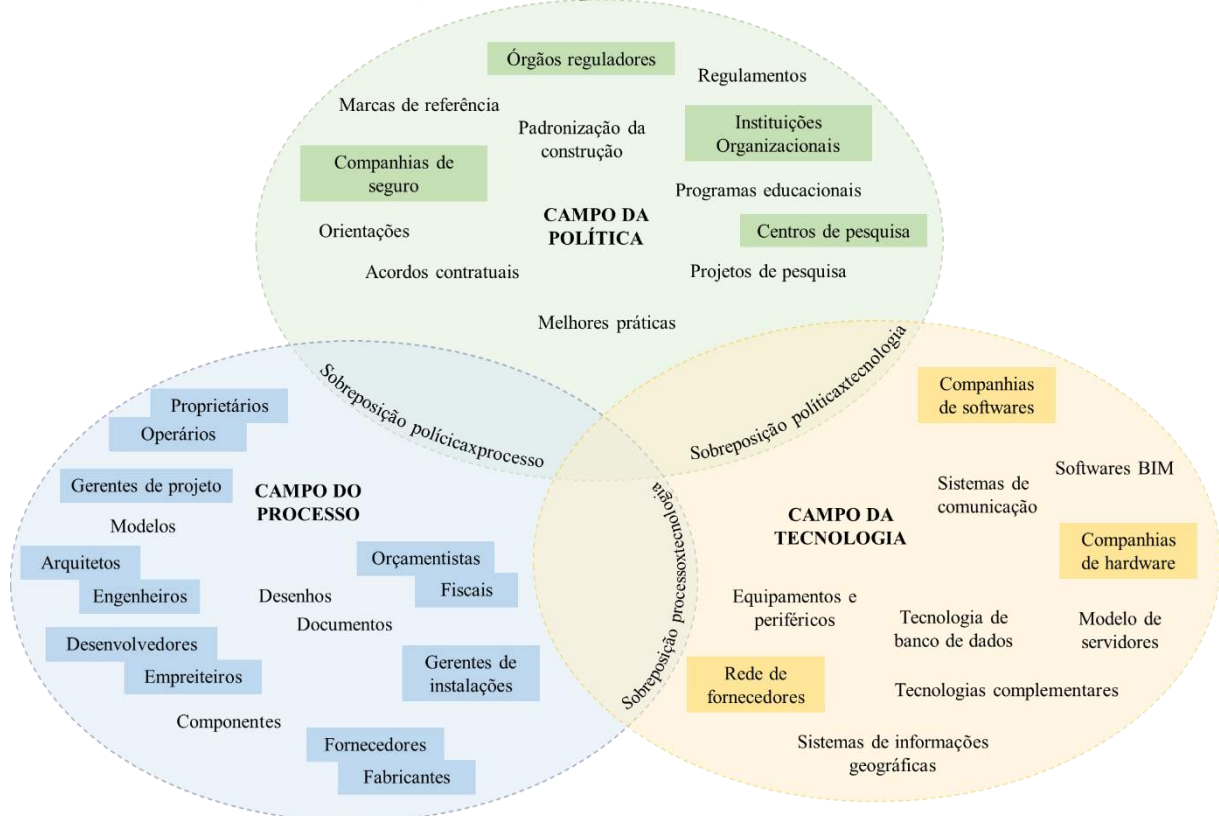
Fonte: Autora (2019).

Succar (2009) é um dos principais autores que são referenciados em relação ao tema. O autor desenvolveu o *BIM framework*, um dos primeiros quadros conceituais que contempla maturidade BIM. Para entender seus estágios, é importante ter uma visão geral da estrutura, composta por um modelo tri-axial que abrange: campos de identificação de atividades dominantes, estágios de maturidade e lentes.

No primeiro eixo, campos de identificação de atividades dominantes, seus campos de atividades envolvem: tecnologia, que agrupa um grupo de profissionais responsáveis pela

aplicação de conhecimentos científicos para fins práticos; processos, pela ordenação específica das atividades de trabalho, como aquisição, projeto, construção, fabricação, uso, gestão e manutenção, em um determinado tempo e lugar, com início e fim, entradas e saídas definidas; e política, pela gestão de princípios ou regras que orientam a tomada de decisão por escrito (Figura 12).

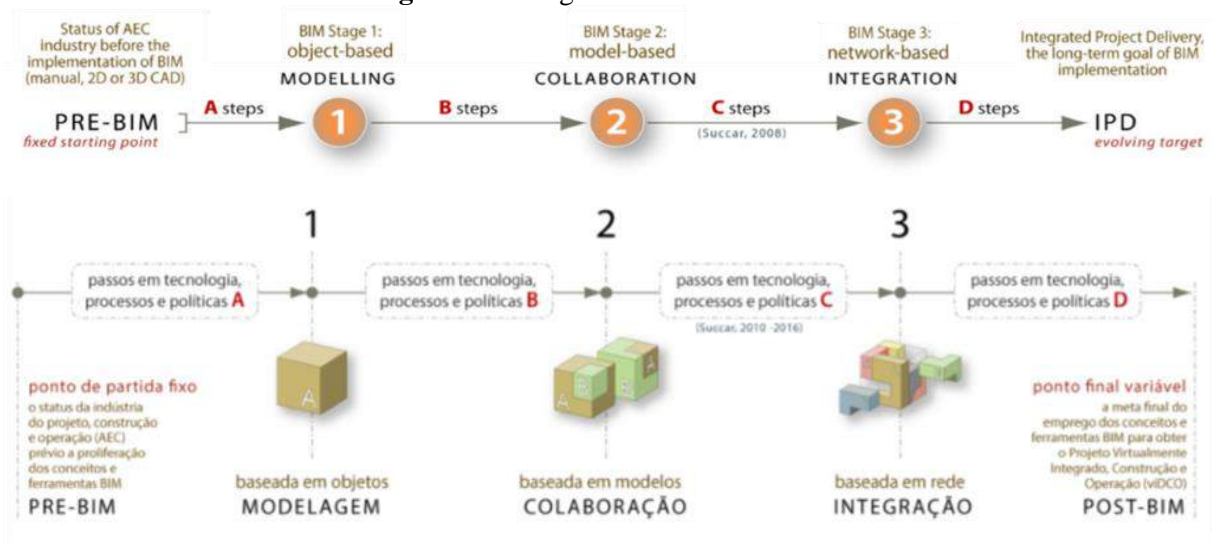
**Figura 12.** Campos de atividades BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2009).

Em relação aos estágios de maturidade BIM, segundo eixo, estabeleceu-se um ponto de partida, que se refere ao *status* antes da implementação do BIM, com três estágios fixos e um ponto final variável, de modo a contemplar futuros avanços da tecnologia (Figura 13).

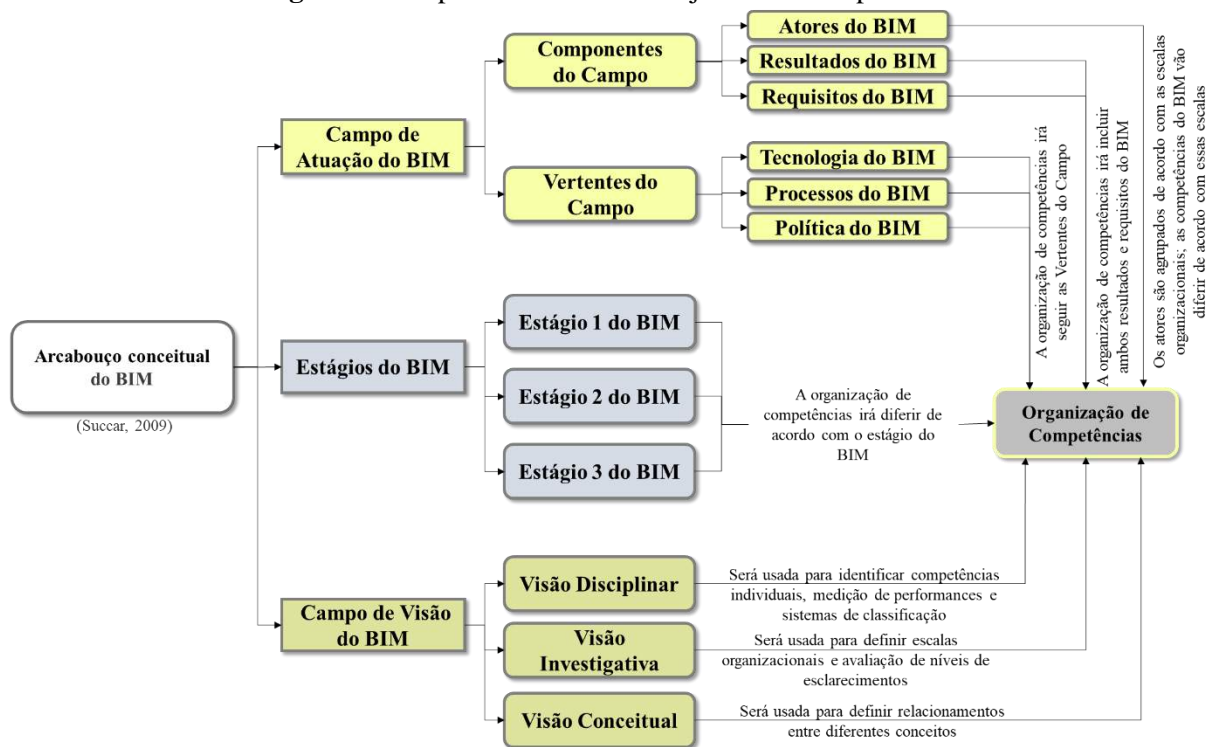
**Figura 13. Estágios da maturidade BIM**



Fonte: Traduzido por Manzzone (2016).

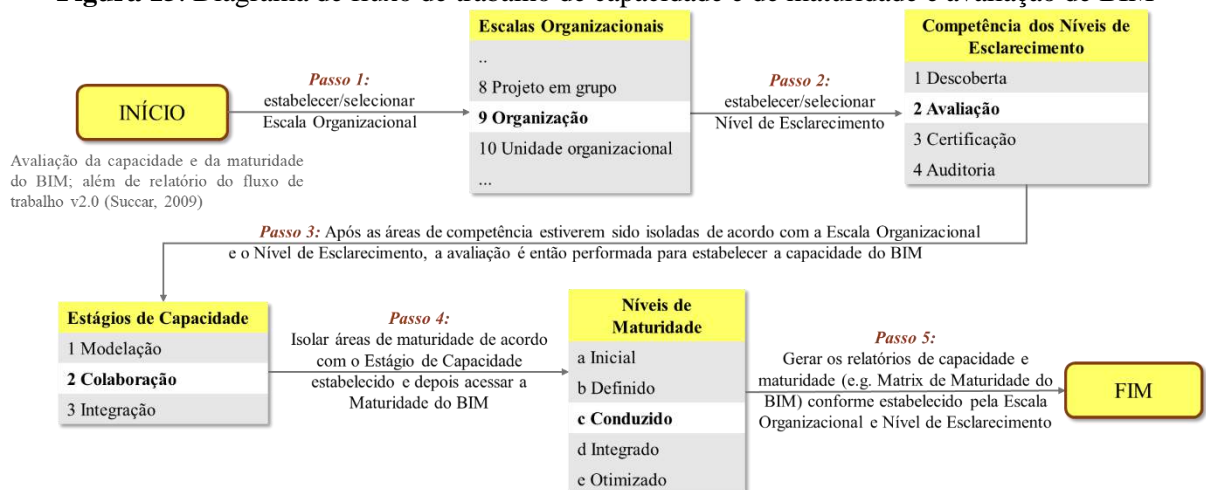
Conforme Succar (2009), a maturidade BIM dentro das organizações envolve uma série de estágios, formados por passos, que devem ser implementados de forma gradual e consecutiva pelos *stakeholders*. O que difere os estágios dos passos são os tipos de mudanças; no primeiro estas são consideradas transformacionais ou radicais e no segundo, incrementais. Assim, diante dessas interações, o autor dividiu o ciclo de vida do projeto em três fases: projeto, construção e operação.

No terceiro eixo, são abordadas as lentes que correspondem às camadas de análises ou visualizações do conhecimento, podendo ser classificadas em: disciplinares, que são utilizadas para identificar as competências individuais, medir o desempenho e classificar os sistemas; de escopo, para definir escalas organizacionais e os níveis de avaliação; e conceituais, para definir as relações entre conceitos. Desta forma, Succar (2009) construiu um mapa conceitual dos conjuntos de competências interligando esses três eixos (Figura 14).

**Figura 14.** Mapa conceitual dos conjuntos de competências

Fonte: Adaptado Succar, Sher; Williams (2012)

Além disso, o autor construiu um diagrama de fluxo de trabalho, em que estabelece as interligações entre as escalas organizacionais, os níveis de competências, os estágios de capacidade e o nível de maturidade para obter uma avaliação BIM (Figura 15).

**Figura 15.** Diagrama de fluxo de trabalho de capacidade e de maturidade e avaliação de BIM

Fonte: Adaptado Succar, Sher; Williams (2012).



Succar (2010) recomenda ainda que a aplicação da matriz seja: liderada por alguém dentro da empresa com maior experiência nas ferramentas BIM, conhecimento dos fluxos e procedimentos de trabalho e com visão dos sistemas e da cultura da organização; uma atividade em grupo; e com o tempo aproximado de 60 a 90 minutos.

#### 2.4.4 Matriz de Maturidade envolvendo a combinação dos conceitos

Nos artigos analisados no MSL não foram encontrados modelos de maturidade *Lean-Green*. Quanto ao que relacionam o *Green* e o BIM observou-se que as matrizes pesquisadas, em sua maioria, inserem a visão da sustentabilidade nos modelos de maturidade BIM.

Em se tratando dos modelos de maturidade Lean-BIM, estes buscam incorporar os princípios Lean com a utilização do BIM (Quadro 7).

**Quadro 7.** Matriz de Maturidade *Lean-BIM*

Modelos	Aplicação	Níveis	Autor
<i>Maturity Model “IDEAL”</i>	Integração entre o BIM e Matriz de Maturidade <i>Lean</i>	1 Inicial 2 Definido 3 Dirigido 4 Integrado 5 Otimizado	Mollasalehi <i>et al.</i> (2018)
<i>Model Maturity Index</i>	Maturidade para fluxos de trabalho baseados em BIM de acordo com os princípios <i>Lean</i>	-	Noklebye <i>et al.</i> (2018)

**Legenda:** Não identificado pela pesquisadora (-)

Fonte: Autora (2019).

Mollasalehi *et al.* (2018) desenvolveram um modelo teórico chamado *Integrated BIM and Lean Maturity Model (IDEAL)*, a partir do estudo de cinco modelos existentes composto, composto por cinco níveis em que avalia a integração do *Lean* e BIM. Nøklebye *et al.* (2018) propuseram em seu artigo o *Model Maturity Index (MMI)*, um modelo de maturidade voltado para o gerenciamento das tarefas e fluxos de trabalho no BIM com a utilização *Sistema Last Planner (LPS)*.

Bolpagni, Burdi e Ciribini (2017) realizaram a aplicação da matriz de maturidade desenvolvida por Succar (2010) em um estudo de caso. Embora a matriz seja voltada para o BIM, na visão dos autores é um suporte válido, pois considera os três campos do BIM e subcategorias em que os princípios *Lean* podem contribuir. Primeiro, os autores buscaram identificar os requisitos do cliente, para forçar a entrega de informações exatas ou evitar a falta de dados, e em seguida desenvolveram o BIM Execute Plan (BEP) em conjunto com os

*stakeholders* para definir os usos do BIM e as ferramentas *lean*. Como resultados, perceberam que há uma necessidade de mudança interna na organização; a condução do processo precisa ser maximizada; e os contratos existentes precisam ser adaptados para oferecer suporte ao BIM e *Lean*.

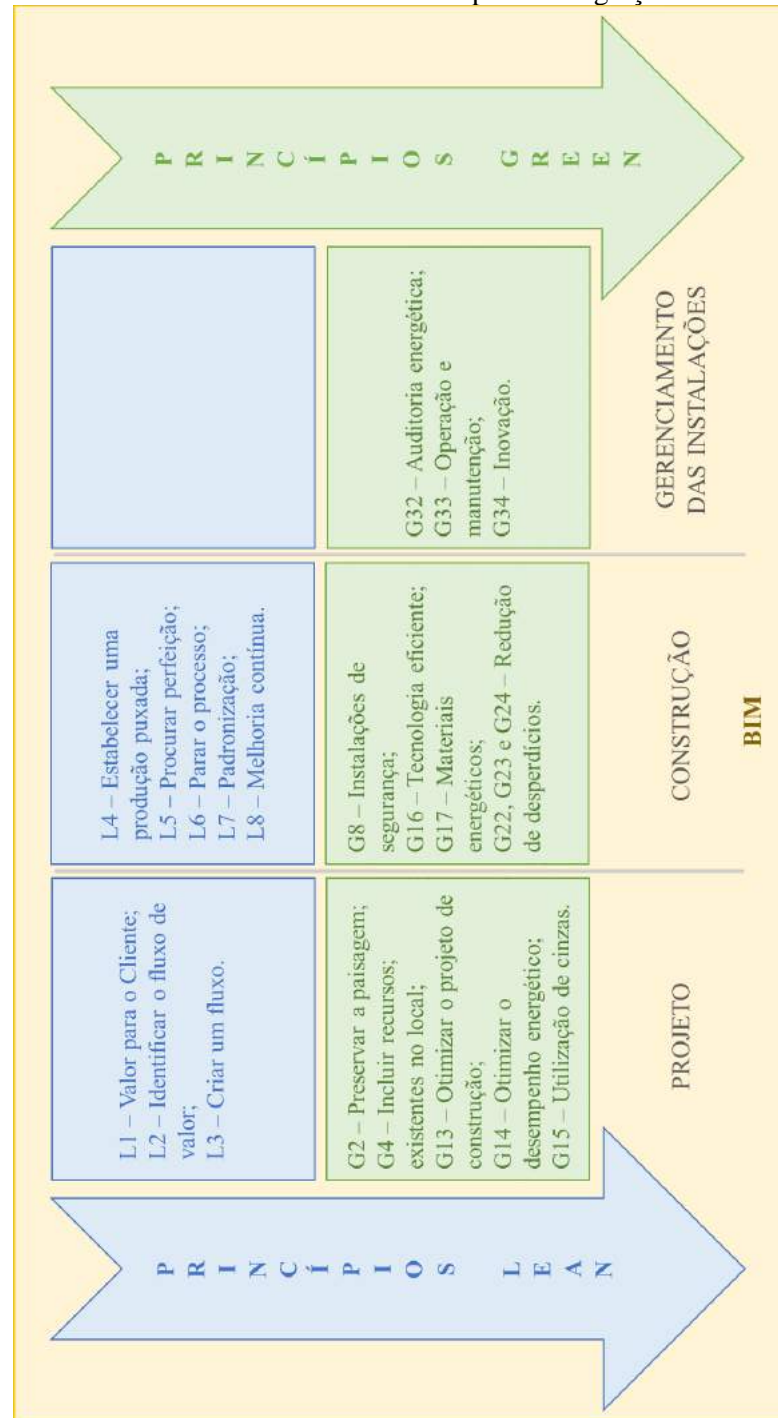
Já Hamdi e Leite (2012) buscaram identificar os aspectos que relacione os dois conceitos na fase de construção e sob a visão do contratante através da aplicação da matriz proposta por Sacks *et al.* (2010), que aborda as interações *Lean* e BIM, e do *National Building Information Modeling Standard* (NBIMS) (2007), voltada para o BIM, em um estudo de caso. Inicialmente, os autores identificaram as áreas de melhorias, com base na primeira matriz de interação, e em seguida, mediram o nível de maturidade BIM, com a segunda matriz. Como conclusões, observou-se que o nível de maturidade do BIM influencia o resultado da implantação dos processos *Lean* e as habilidades e o nível de especialização dos envolvidos são essenciais para otimizar o uso das funcionalidades BIM que atendem aos princípios *Lean*.

## 2.5 O estudo da sinergia entre os três conceitos

Após a pesquisa de matrizes de maturidade para os temas abordados separadamente ou combinados, verifica-se que, nos últimos anos, os estudos foram realizados visando identificar a sinergia par a par entre os conceitos. Estudos mais recentes, porém, já contemplam essa análise da sinergia, porém envolvendo os três conceitos (DANTAS FILHO; CÂNDIDO; BARROS NETO, 2016; SAIEG *et al.*, 2018; MELLADO; LOU, 2020).

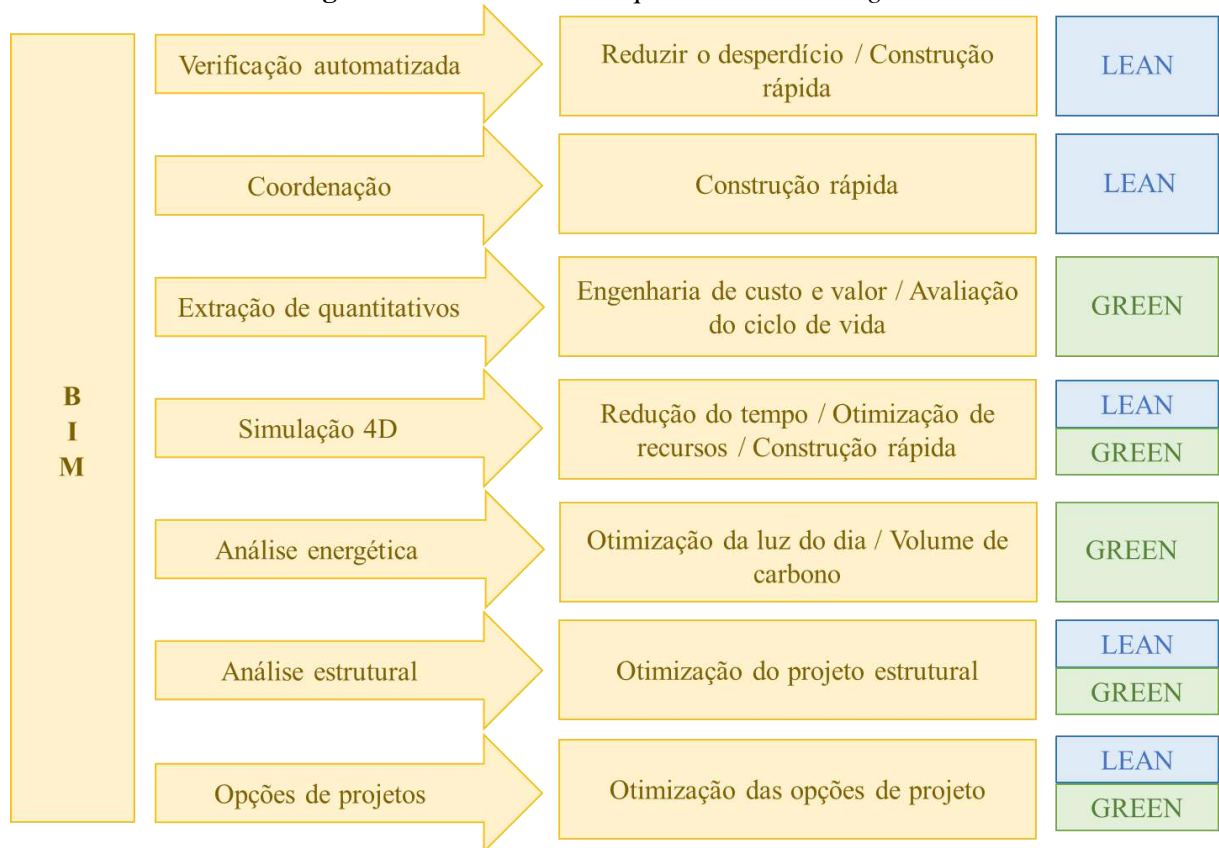
Para Ahuja, Sawhney e Arif (2010), o BIM atua como um catalisador para desenvolver sinergias entre o *Lean* e o *Green*. Dentre as ferramentas BIM que permitem essa interação, os autores destacaram: verificação de conflitos, rastreamentos de modelos, extração de quantitativos, simulação da construção, registro de modelos e gestão de *facilities*. Desta forma, os autores desenvolveram um mapa conceitual, para mostrar a interligação destes conceitos em cada etapa do empreendimento (Figura 16), onde é possível observar a sinergia dos três nas etapas de projeto e construção.

**Figura 16.** Estrutura conceitual baseada em BIM para a integração do *Lean* e do *Green*



Fonte: Adaptado de Ahuja, Sawhney e Arif (2010).

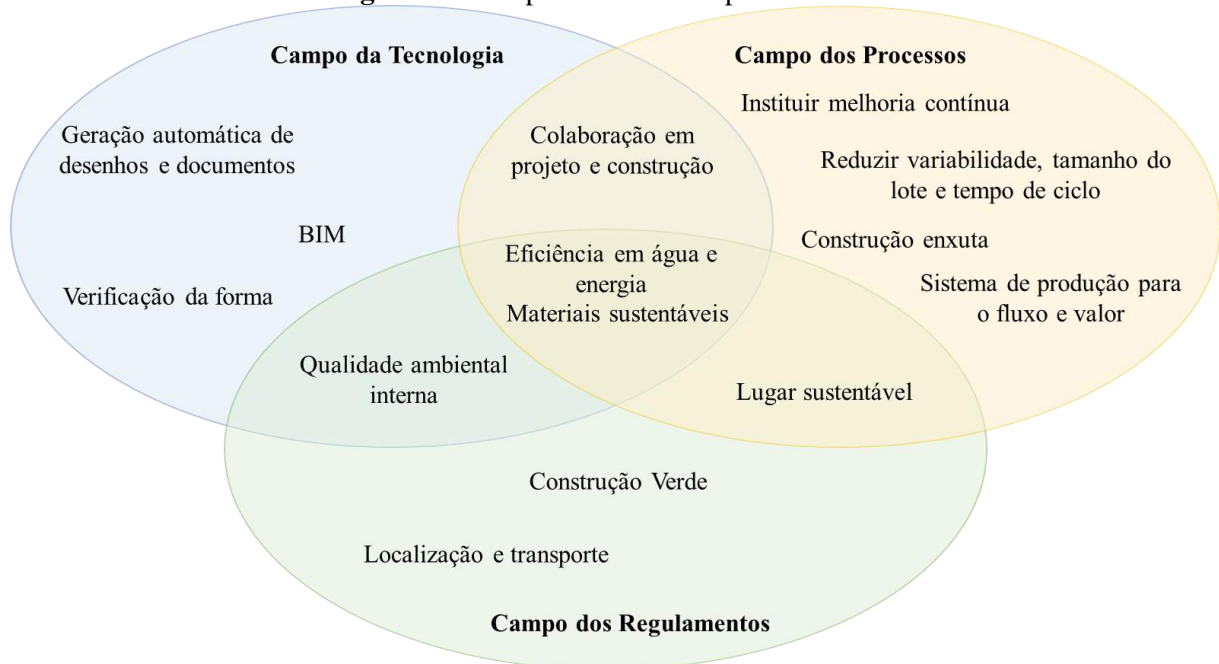
Assim, para sintetizar seus resultados, os autores destacaram as três ferramentas BIM que permitem estabelecer uma sinergia com o *Lean* e o *Green*, sendo estas: simulação 4D, análise estrutural e opções de projeto (Figura 17).

**Figura 17.** Elementos BIM que levam ao *lean* e *green*

Fonte: Adaptado de Ahuja, Sawhney e Arif (2010).

Para Fernandez-Solís e Mutis (2010), a associação BIM, *Lean* e *Green* permite uma prototipagem rápida do projeto e da construção, integrando desenhos, especificações e fabricação em um ambiente que emprega o *benchmarking* entre as melhores práticas sustentáveis e princípios enxutos.

Dantas Filho, Cândido e Barros Neto (2016) afirmam ter realizado uma revisão sistemática da literatura (RLS) envolvendo os três conceitos. Como resultado, os autores apresentaram uma versão contraída de um *framework* (**Figura 18**) relacionando os campos BIM propostos por Succar (2012).

**Figura 18.** Campos de conexões predominantes

Fonte: Dantas Filho, Cândido e Barros Neto (2016).

Além disso, Dantas Filho, Cândido e Barros Neto (2016) construíram uma rede de integração conceitual com as associações predominantes, em que quatro categorias estão associadas ao LC e BIM e duas, ao BIM (Figura 19).

**Figura 19.** Rede de integração conceitual e associações predominantes

Fonte: Dantas Filho, Cândido e Barros Neto (2016).

Saieg *et al.* (2018), após análise de pesquisas que buscam essa sinergia dos conceitos, concluíram que a aplicação sistemática e integrada do BIM e LC, além de melhorar a produtividade, potencializam o alívio de pressões por práticas sustentáveis. Entretanto, os

autores acreditam que, para a indústria da construção conseguir alcançar patamares elevados, é necessário investir na gestão do conhecimento através de uma educação holística, envolvendo treinamento, pesquisa e inovação, de modo a construir ou aperfeiçoar as habilidades técnicas, tecnológicas e *soft*.

Desta forma, dentre outras recomendações de trabalhos futuros, Saieg *et al.* (2018) percebem a necessidade de analisar as interações desses conceitos, visando a implementação de um sistema expansível baseado em indicadores para apoiar a tomada de decisões de projeto e a entrada de ponderações pelo usuário, considerando o que agrega valor ao cliente. É nesse sentido que a matriz de maturidade se encaixa como uma ferramenta de autoavaliação e gestão das etapas que compõem o ciclo de vida do empreendimento.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

#### 3.1 Enquadramento metodológico

Neste tópico de enquadramento metodológico da investigação, são descritas as opções de métodos, técnicas e procedimentos aplicados na presente pesquisa. Deste modo, segundo sua finalidade, a presente pesquisa trata-se de uma pesquisa aplicada, pois objetiva a geração de conhecimento para a resolução de um problema prático, identificado no âmbito da sociedade (GIL, 2010; PRODANOV, 2013). Quanto aos seus objetivos, é considerada de natureza exploratória, pois busca um maior entendimento do problema de modo a facilitar a delimitação do tema da pesquisa, e descritiva, uma vez que seus procedimentos consistem na descrição das características específicas de um fenômeno ou população, ou pelo estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2010; PRODANOV, 2013).

Já em relação aos métodos empregados, é uma pesquisa bibliográfica e estudos de casos múltiplos, pois, respectivamente, parte de um material já consolidado para uma investigação empírica de um determinado indivíduo, grupo ou comunidade dentro de seu contexto (YIN, 2001; GIL, 2010). Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, pois considera que existe uma relação dinâmica entre a objetividade e a subjetividade, complementada por uma análise de resultados quantificáveis, onde há a busca pela compreensão de determinado fenômeno (SILVEIRA; GERHARDT, 2009; PRODANOV, 2013).

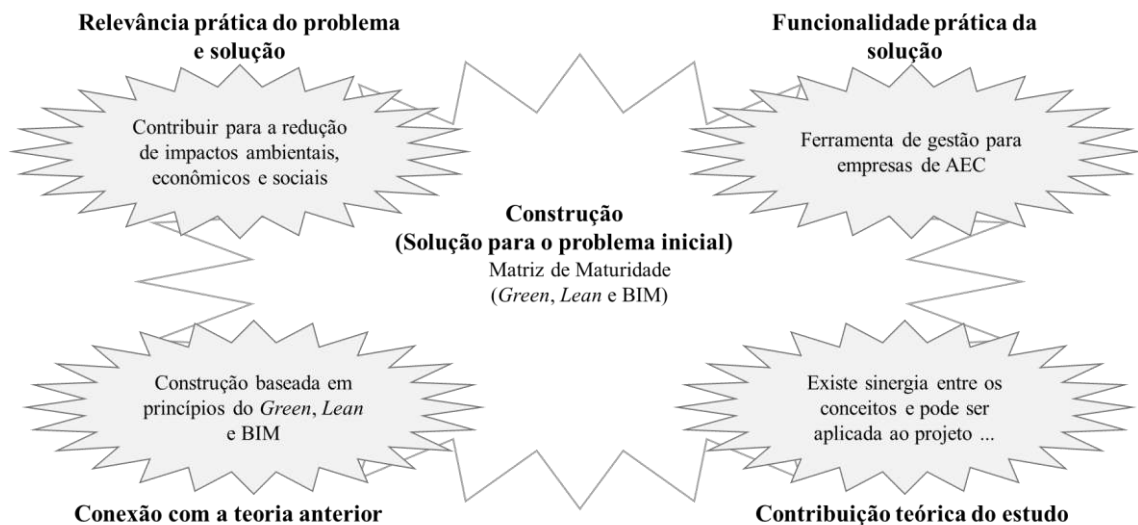
Do ponto de vista dos paradigmas de investigação, segundo a classificação de Guba e Lincoln (1994), trata-se de uma pesquisa construtivista. Para Lukka (2003), dentre outros aspectos, é uma pesquisa que visa solucionar um problema enfrentado no mundo real e fazer contribuições à teoria em que está sendo aplicada (Figura 20). Para este último autor, esse tipo de abordagem exige algumas características, como:

- Centra-se em problemas do mundo real que sejam relevantes para serem solucionados na prática;
- Produz uma construção inovadora destinada a resolver o problema inicial do mundo real;
- Inclui uma tentativa de implementação da construção desenvolvida e, assim, um teste para sua aplicabilidade prática;

- Implica um envolvimento e cooperação entre o pesquisador e os praticantes como uma equipe, onde se espera que a aprendizagem experimental ocorra;
- Está explicitamente ligado ao conhecimento teórico prévio.

Presta especial atenção para refletir os resultados empíricos para a teoria. Baseado nessas características, tem-se, na Figura 20, um esquema dos elementos centrais da pesquisa.

**Figura 20.** Esquema dos elementos centrais da pesquisa contemplando o paradigma construtivista



Fonte: Adaptado Lukka (2003).

### 3.2 Delineamento da pesquisa

Após explicitar o enquadramento metodológico desta pesquisa, parte-se para o delineamento da mesma, com um resumo das características da investigação. Por definição, o delineamento abrange o planejamento da pesquisa de forma ampla, tratando das considerações relacionadas aos métodos e aos meios técnicos utilizados para investigação (GIL, 2010). De forma resumida, a pesquisa deste trabalho foi delineada a partir de um estudo teórico, visando a construção de uma ferramenta de aplicação prática validada através da realização de múltiplos estudos de casos.

Assim, o Quadro 8 mostra uma síntese das atividades metodológicas utilizadas para o delineamento da pesquisa, identificando o contexto, o problema, os objetivos, as questões de pesquisa, o método, os instrumentos e os resultados esperados.

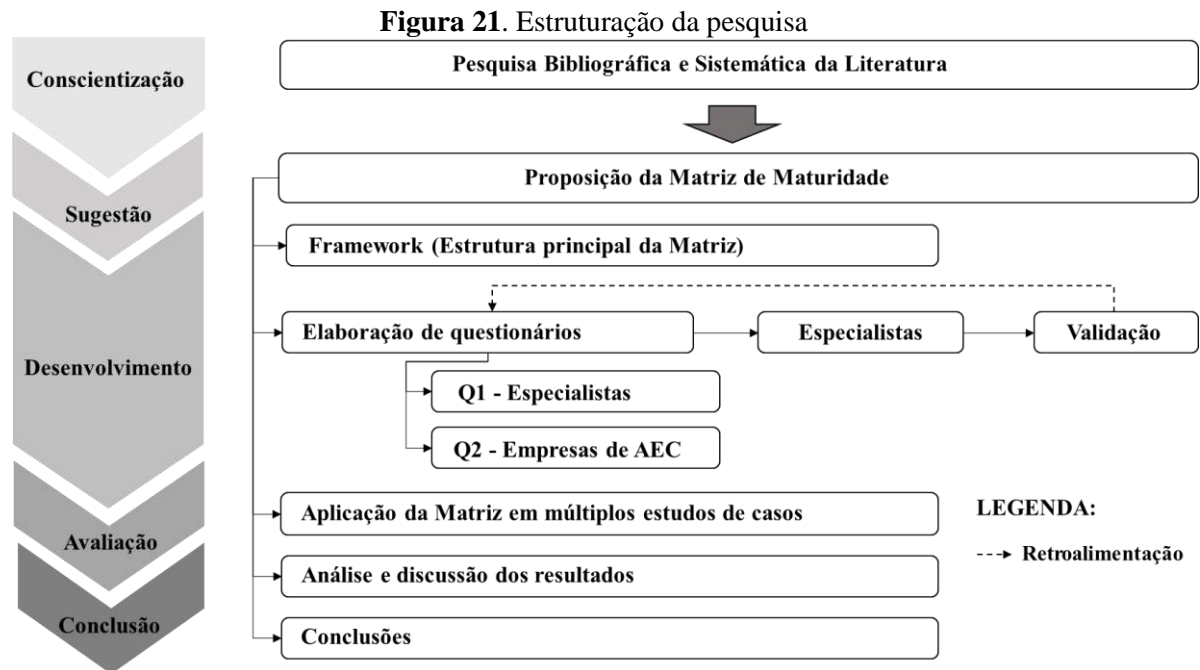


Quadro 8. Síntese das atividades metodológicas

CONTEXTO	PROBLEMA	OBJETIVO PRINCIPAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	QUESTÕES DE PESQUISA	MÉTODO	INSTRUMENTO	RESULTADOS
<p>Crise econômica no setor da construção</p> <p>Impacto do setor da construção nas questões econômicas, sociais e ambientais</p> <p>Dificuldade de identificar e mensurar os problemas</p> <p>Variabilidade dos processos construtivos</p> <p>Influências externas e internas</p> <p>Norma de desempenho</p>	<p>Necessidade de gerenciar as mudanças organizacionais, para: obter um diferencial estratégico de sobrevivência no mercado; maximizar os processos; facilitar a tomada de decisão; reduzir/evitar perdas e desperdícios; dentre outros.</p>	<p>Propor uma matriz para mensuração da maturidade organizacional para empresas de AEC que contemple princípios do <i>Green, Lean Construction</i> e <i>Building Information Model</i> na fase de projeto</p>	<p>Identificar na literatura modelos de Matriz de Maturidade <i>Green, Lean Construction</i> e <i>Building Information Model</i>.</p>	<p>Quais os tópicos de pesquisas que relacionam a matriz de maturidade com os conceitos <i>Green, Lean</i> e BIM?</p> <p>Quais os modelos existentes, suas características e aplicações na construção civil?</p> <p>Como os conceitos <i>Green, Lean</i> e BIM estão sendo trabalhados nas pesquisas desenvolvidas pelos programas de pós-graduação no Brasil?</p>	<p>Realizar uma pesquisa bibliográfica</p> <p>Realizar um mapeamento sistemático da literatura</p>	Observação direta	<p>Lista de artigos para auxiliar na Revisão de Literatura</p> <p>Lista de modelos de maturidade que contemplem os conceitos</p> <p>Características dos modelos</p>
			<p>Desenvolver um método para avaliação da maturidade contemplando os três conceitos.</p>	<p>Como construir uma matriz de maturidade?</p>			<p>Metodologia de construção da matriz</p> <p>Definição da estrutura da matriz</p>
			<p>Verificar a aplicabilidade da matriz de maturidade em empresas de construção civil.</p>	<p>A matriz proposta atende às necessidades das empresas?</p>	<p>Aplicar a matriz proposta em duas empresas de construção</p>	<p>Observação direta</p> <p>Aplicação de questionários</p>	<p>Identificação da aplicabilidade da matriz</p> <p>Identificar o nível de maturidade das empresas</p>

Fonte: Autora (2020)

Desta forma, visando atingir os objetivos e os resultados esperados (Quadro 8), o desenvolvimento da pesquisa foi conduzido seguindo as premissas do *Design Science Research* definidas por Takeda *et al.* (1990), conforme Figura 21.



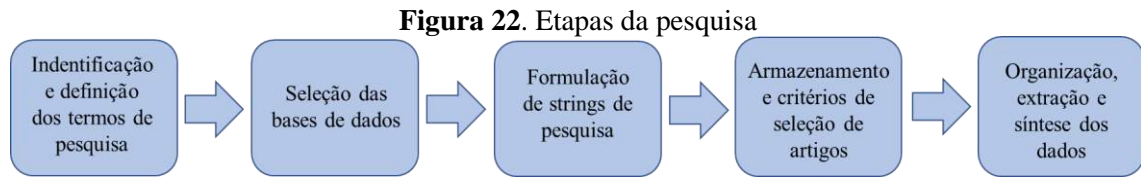
Fonte: Autora (2019).

### 3.3 Descrição das fases da pesquisa

#### 3.3.1 Pesquisa bibliográfica

Além da revisão bibliográfica a partir de livros, artigos científicos, teses, dissertações, dentre outros, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) baseada em dois mapeamentos sistemáticos da literatura (MSL) (Apêndices A e B). Para Cavalcante *et al.* (2016), o MSL consiste em um estudo secundário baseado em evidências, onde é definido um procedimento sistemático para sintetizar trabalhos existentes da literatura. Dentre seus objetivos, o MSL busca fornecer tanto uma visão geral em áreas específicas quanto permite a identificação de lacunas existentes e tendências de pesquisas (KITCHENHAM; BUNDGEN; PEARL BRERETON, 2011).

Para a elaboração do MSL, adotou-se uma simplificação do processo proposto por Ruiz e Granja (2013) e Melo *et al.* (2013), no qual foram adotadas 5 (cinco) etapas esquematizadas na Figura 22 e detalhadas a seguir segundo duas temáticas.



Fonte: Adaptado de Ruiz e Granja (2013) e Melo *et al.* (2013).

#### a) MSL sobre matriz de maturidade *Green*, *Lean* e BIM

Neste primeiro MSL realizado (Apêndice A), buscou-se responder às seguintes questões: Quais os tópicos de pesquisas que relacionam a matriz de maturidade com os conceitos *Green*, *Lean* e BIM? Quais os modelos existentes, suas características e aplicações na construção civil?

Desta forma, inicialmente foram identificadas e definidas as palavras-chave: (A) *maturity matrix*, (B) *maturity model*, (C) *maturity*, (D) *lean*, (E) *lean construction*, (F) *building information model*, (G) BIM, (H) *green* e (I) *Sustainable*. Para restringir a busca ao campo da construção civil, acrescentou-se os termos (J) *construction* e (L) *build*. Todos os termos dos conjuntos foram utilizados somente em inglês, principal idioma das publicações nas bases indexadas (LIMA; SANTOS, 2018).

Assim, a partir das pesquisas realizadas e das bases de dados disponibilizadas no Portal de Periódicos Capes®, foram selecionadas as bases Compendex™, da Scopus® e Web of Science™, pois possuem ferramentas que personalizam a formulação de *strings* de busca mais complexos e permitem avaliar o desempenho das pesquisas com base em indicadores (LIMA; SANTOS, 2018; SIBiUSP, 2019). Além disso, a Scopus® indexa artigos do *International Group for Lean Construction* (IGLC), um dos principais eventos relacionados ao tema.

As buscas foram agrupadas em três níveis de combinações que resultaram na formação de sete grupos de pesquisa (GP). Em seguida, formaram-se as *strings*, baseadas em conjuntos de termos (Figura 23), sendo:

- (1) “*maturity matrix*” OR “*maturity model*” OR “*maturity*” AND “*construction*” OR *build*\*
- (2) “*green*” OR *sustentab*\*
- (3) “*lean*” OR “*lean construction*”
- (4) “*building information model*” OR “BIM”.

**Figura 23.** Combinações de palavras-chave

Níveis		Primeiro Nível		Segundo Nível		Terceiro Nível	
Conjuntos		N1	Grupo	N2	Grupo	N3	Grupo
(1)	(2)	(1) AND (2)	GP1	(1) AND (2) AND (3)	GP4	(1) AND (2) AND (3) AND (4)	GP7
	(3)	(1) AND (3)	GP2	(1) AND (2) AND (4)	GP5		
	(4)	(1) AND (4)	GP3	(1) AND (3) AND (4)	GP6		

Fonte: Carvalho e Santos (2019).

Além disso, respeitando-se as limitações de cada base, também foram aplicados critérios de busca de acordo com a localização dos termos, do tipo de documento e período, optando-se por não aplicar o critério referente à área de pesquisa (Quadro 9). Vale salientar, que as buscas foram atualizadas para 2020.

**Quadro 9.** Critérios de pesquisa por base

Base de Dados	Localização dos termos	Tipo de documento	Período
Compendex™	<i>Subject, Abstract and Title</i>	<i>Conference article or Journal article or Article in Press</i>	2008 a 2020
Scopus®	<i>Article title, Abstract and Keywords</i>	<i>Article or Conference Paper</i>	
Web of Science™	<i>Topic (Article title, Abstract, Keywords and Keywords Plus)</i>	<i>Article or Meeting</i>	

Fonte: Autora (2020).

Da aplicação dos critérios de pesquisa apoiado nos grupos de palavras-chave por base de dados, a busca inicial resultou em um total de 948 artigos (Figura 24). Assim, identificadas as publicações, todos os dados foram exportados do *software* EndNote® para o Excel®, onde foram codificadas, para extração e análise de informações, como: ano de publicação, meio de publicação, autor(es), país da instituição que representa(m) e categorias da pesquisa.

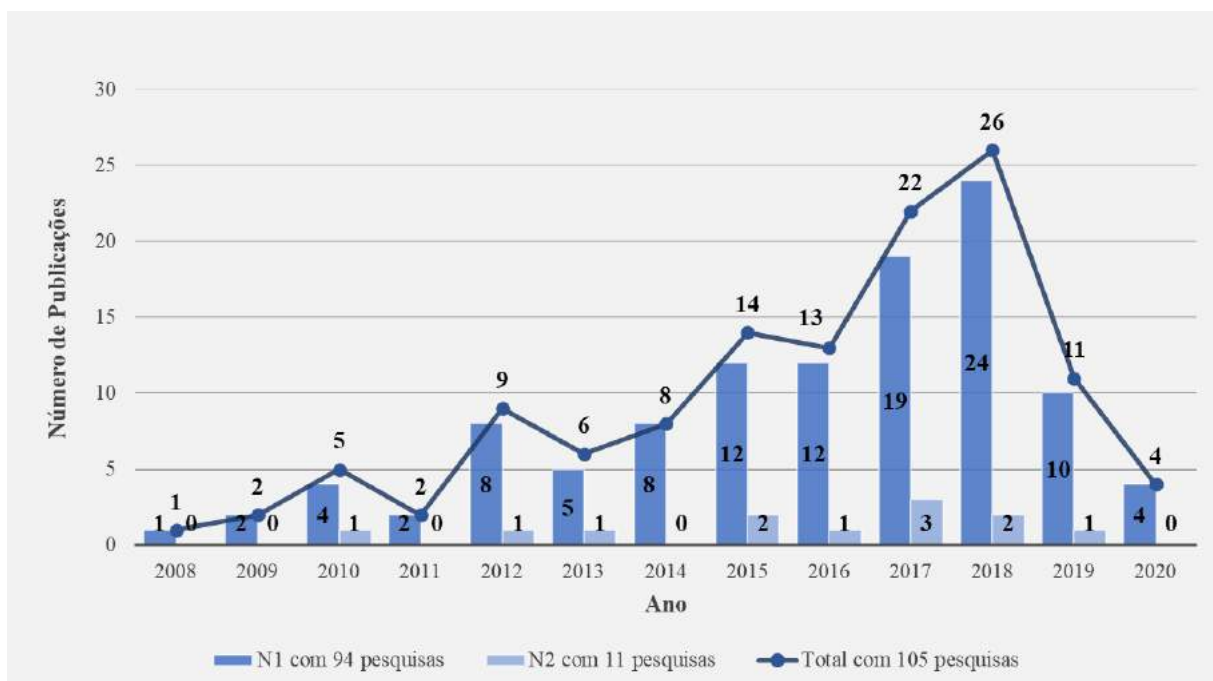
Para a seleção dos artigos, foram realizadas três triagens: a primeira, com o auxílio do *software* EndNote®, em que se verificou quais os artigos estavam duplicados por grupo; a segunda, consistiu na verificação da duplicidade entre grupos; e a terceira, uma leitura dinâmica dos títulos, resumos, palavras-chave e, em alguns casos, publicações completas, para categorizar e excluir os artigos sem relação direta com o tema (Figura 24).

**Figura 24.** Número de publicações iniciais

	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6	GP7	Total
<b>Inicial</b>	506	100	308	2	14	18	0	<b>948</b>
<b>Final</b>	29	16	66	0	6	6	0	<b>113</b>

Fonte: Autora (2020).

A seleção final resultou em 123 trabalhos relevantes relacionados aos dois primeiros níveis de combinações, não sendo encontrados trabalhos que abordassem modelos de maturidade relacionando os três temas. Desse total, N1 (GP1, GP2 e GP3) e N2 (GP4, GP5 e GP6) apresentaram, respectivamente, 101 e 12 trabalhos. Assim, um dos primeiros pontos a serem analisados consistiu na evolução temporal das publicações. Conforme exposto na Figura 25, é possível notar que durante o período de 2008 a 2020, houve um crescimento do número de publicações na área, considerando o ano de 2020 ainda não concluído e com buscas até novembro de 2020.

**Figura 25.** Evolução do número de publicações

Fonte: Autora (2020).

Dentre os meios mais utilizados, destacaram-se IGLC, ICCREM e *Journal of Construction Engineering and Management*, com quase 24,1% das publicações (Quadro 10), sendo o IGLC e ICCREM responsáveis pela promoção de conferências internacionais anuais.

**Quadro 10.** Número de publicações por meio

Meios de publicação	Tipo	Ocorrência	%
International Group for Lean Construction (IGLC)	<i>Proceedings</i>	15	13,9%
International Conference on Construction and Real Estate Management (ICCREM)	<i>Proceedings</i>	7	6,5%
Journal of Construction Engineering and Management	<i>Proceedings</i>	4	3,7%
Outros	-	82	75,9

Fonte: Autora (2020).

Em relação às instituições, no total foram levantadas aproximadamente 149. Três dessas se destacaram, sendo uma nos Estados Unidos, Reino Unido e Austrália (Quadro 11). Dentre as instituições brasileiras, oito realizaram uma publicação cada.

**Quadro 11.** Número de publicações por instituição

Instituições	Localização	Ocorrências
<i>Purdue University</i>	Estados Unidos	12
<i>University of Salford</i>	Reino Unido	8
<i>Hohai University</i>	China	7
<i>Universiti Teknologi Malaysia</i>	Malásia	6
<i>University of Newcastle</i>	Austrália	5
<i>Loughborough University</i>	Reino Unido	5
<i>Hong Kong University of Science and Technology</i>	Hong Kong	4
....	....	....
Faculdade Anhanguera de Rondonópolis	Brasil	1
Universidade Paulista - UNIP	Brasil	1
UESC	Brasil	1
Universidade de São Paulo	Brasil	1
Universidade Estadual de Santa Cruz	Brasil	1
Universidade Federal da Grande Dourados	Brasil	1
Pontifical University Catholic of Paraná	Brasil	1
Universidade Federal de São Carlos	Brasil	1

Fonte: Autora (2020).

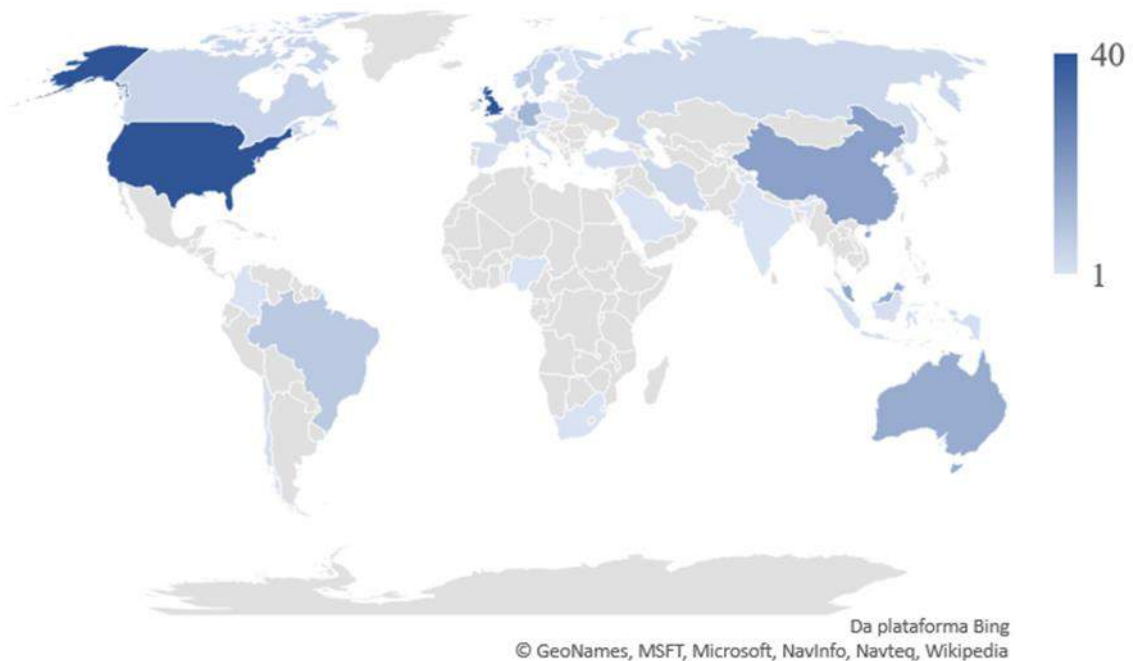
Quanto aos autores com maior número de publicação (Quadro 12), destacaram-se: Chen, Cox, Nesenshon, Bryde e Succar. Sob o ponto de vista das linhas de pesquisa desenvolvidas por estes autores, Chen, Cox e Succar publicam muitas pesquisas relacionadas ao BIM, e Nesenshon e Bryde, ao *Lean*, entretanto, todos fazem alguma associação em diferentes estágios, com o *Green*.

**Quadro 12.** Número de publicações por autor

<b>Autores</b>	<b>Localização</b>	<b>Ocorrência</b>
Chen, Y.	Estados Unidos	7
Cox, R.F.	Estados Unidos	7
Nesensohn, C.	Reino Unido	6
Bryde, D.	Reino Unido	5
Succar, B.	Austrália	4

Fonte: Autora (2020).

Na Figura 26, foram identificados os países com maior número de publicações, de acordo com a origem institucional dos autores.

**Figura 26.** Intensidade do número de publicações por países

Fonte: Autora (2020).

Em relação às categorias que compõem o MSL desse tópico, as publicações foram divididas em: teóricas, onde as abordagens das publicações tratavam apenas da descrição dos modelos propostos ou análises teóricas, totalizando 72 artigos; e teórica e aplicada, onde, além da descrição, o(s) autor(es) relatava(m) estudos de casos aplicados ou exemplos de aplicação, totalizando 51 publicações.

b) MSL sobre aplicação de conceitos *Green*, *Lean* e BIM à fase de projeto

Neste segundo MSL realizado (Apêndice B), buscou-se responder às seguintes questões: Como os conceitos *Green*, *Lean* e BIM estão sendo aplicados à fase de projeto nas pesquisas desenvolvidas pelos programas de pós-graduação no Brasil?

Assim, foram identificadas e definidas as palavras-chave: (A) *lean*, (B) *lean construction*, (C) construção enxuta, (D) mentalidade enxuta, (E) pensamento enxuto, (F) *building information model*, (G) *building information modeling*, (H) modelagem da informação da construção, (I) *green*, (J) sustentabilidade e (K) sustentável. Para restringir a busca à fase de projeto, acrescentou-se o termo (L) projeto. Foram utilizados termos em inglês e em português.

O sistema de busca bibliográfica utilizado foi o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que contempla registros desde 1987 (BRASIL, 2017). Quanto às *strings* utilizadas, baseiam-se em conjuntos de termos, sendo:

- (1) “projeto”;
- (2) “*lean*” OR “*lean construction*” OR “pensamento enxuto” OR “mentalidade enxuta” OR “construção enxuta”;
- (3) “*building information model*” OR “*building information modelling*” OR “modelagem da informação da construção” e
- (4) “*green*” OR “sustentabilidade” OR “sustentável”.

Em cada *string* foi utilizado o termo (1) com o conectivo “AND” e um dos outros três conjuntos de termos. Diferente do primeiro mapeamento, não houve combinação em pares entre os termos e foram acrescentadas palavras-chave que remetem ao tema de pesquisa, resultado do efeito aprendizado e visando ampliar os resultados. Além disso, também não se utilizou o termo BIM, pois como a base de dados não permite estabelecer critérios, observou-se que a busca remetia a um repositório institucional.

Ressalta-se que foram aplicados critérios de restrições associados à área de conhecimento de Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Construção Civil e ao período de 2015 a 2020. Entretanto, observou-se



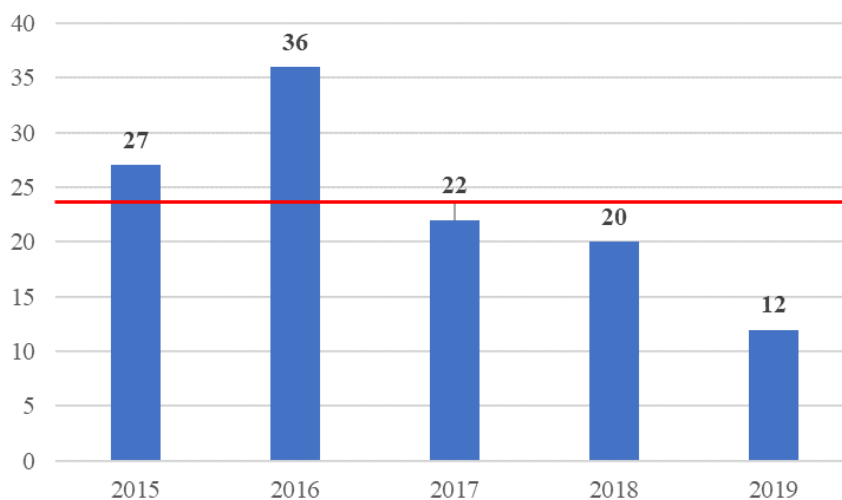
que não havia teses e dissertações cadastradas referentes a 2020. Da aplicação dos critérios de pesquisa, a busca inicial resultou em um total de 851 teses e dissertações.

Para o armazenamento dos dados utilizou-se o Excel®, pois a plataforma ainda não permite a exportação dos dados e nem todas as teses e dissertações possuíam os arquivos digitais disponíveis dentro da plataforma, motivo pelo qual se consultou os repertórios da universidade ou faculdade a que se remetia. A seleção das teses e dissertações foi realizada a partir uma leitura dinâmica dos títulos, resumos, palavras-chave e em caso de dúvida, da introdução e conclusão do documento, para categorizar e excluir os trabalhos sem relação direta com o tema.

O principal parâmetro utilizado para estabelecer a aderência foi a aplicação de qualquer um dos termos ao projeto de edificações, independentemente do tipo, ou ao processo de projeto. Por fim, buscou-se extrair das publicações identificadas informações relacionadas ao ano de publicação, instituições de ensino, programas de pós-graduação (mestrado e doutorado) e categorias da pesquisa.

Do total de 851 teses e dissertações, foram selecionados 117 trabalhos. Com base na Figura 5, 2016 foi o ano com maior número de publicações (36) e 2019 o menor (12). Além disso, 64% foram desenvolvidas em programas de mestrado, 22% de mestrado profissional e 14% de doutorados. Em relação às áreas dos programas, 26% são de arquitetura e urbanismo, 23% de engenharia civil, 7% de dinâmica do espaço habitado, 6% habitação: planejamento e tecnologia, 5% de arquitetura, 4% de ambiente construído e 29% de outras áreas.

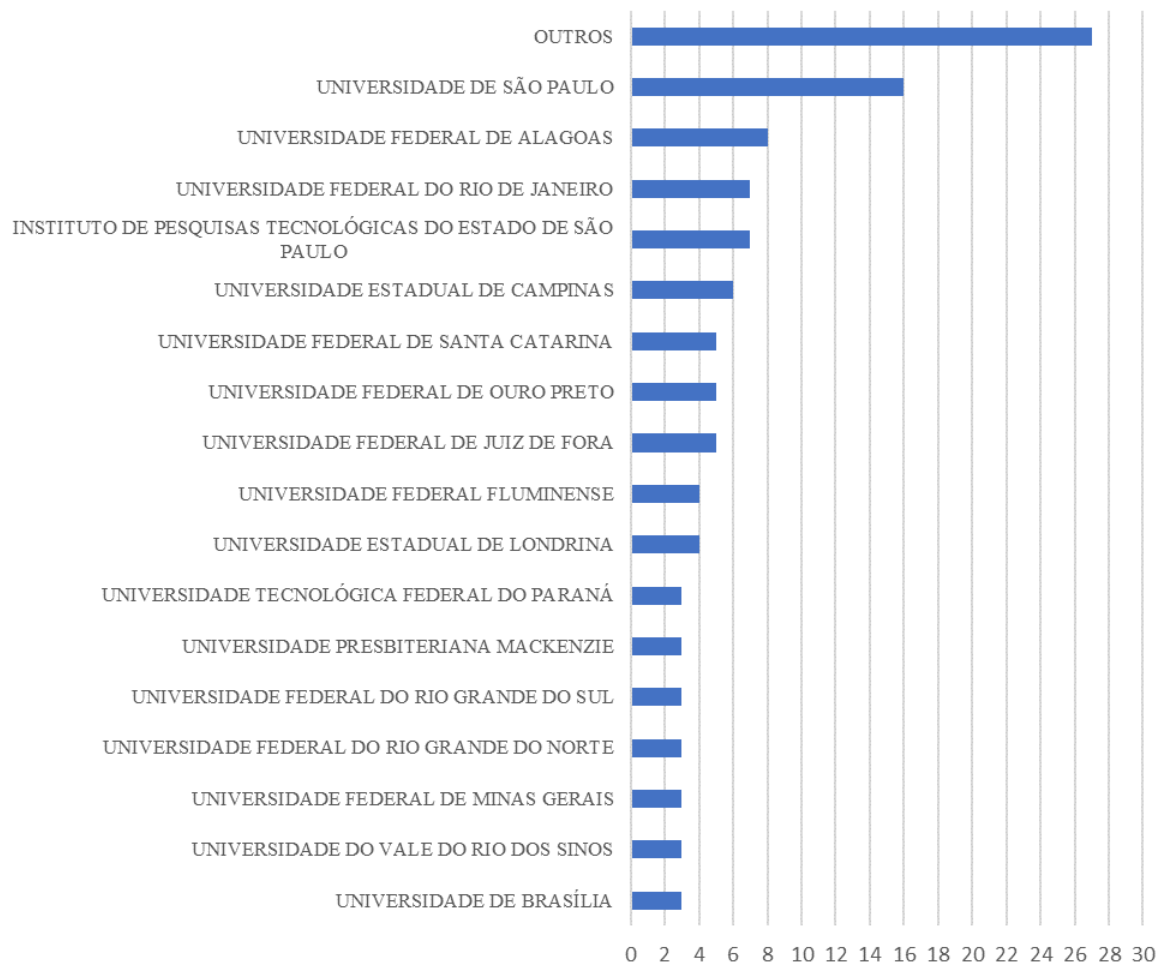
**Figura 27.** Evolução do número de publicações



Fonte: Autora (2020).

Quanto às instituições, cinco se destacaram: a Universidade de São Paulo com 16 publicações (14%); a Universidade Federal de Alagoas com 8 (7%); o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e a Universidade Federal do Rio de Janeiro com 7 publicações cada (6%); e a Universidade Estadual de Campinas com 6 (Figura 28).

**Figura 28.** Número de publicações por instituição



Fonte: Autores (2020).

Dentre os principais temas encontrados, destacou-se: o de “Diretrizes - *Green*”, com 43 (37%) publicações, e o de “Diretrizes - Projeto”, com 34 (29%) publicações (Quadro 13).

**Quadro 13.** Categorias da pesquisa

Temas dominantes	Trabalhos Identificados
Diretrizes - Projeto (Geral)	34
Diretrizes - <i>Green</i>	43
Diretrizes - <i>Lean</i>	3
Diretrizes - BIM	27
Diretrizes - <i>Green</i> e BIM	9
Diretrizes - <i>Green</i> , <i>Lean</i> e BIM	1
<b>Total</b>	<b>117</b>

Fonte: Autora (2020).

### 3.3.2 Proposição da matriz de maturidade

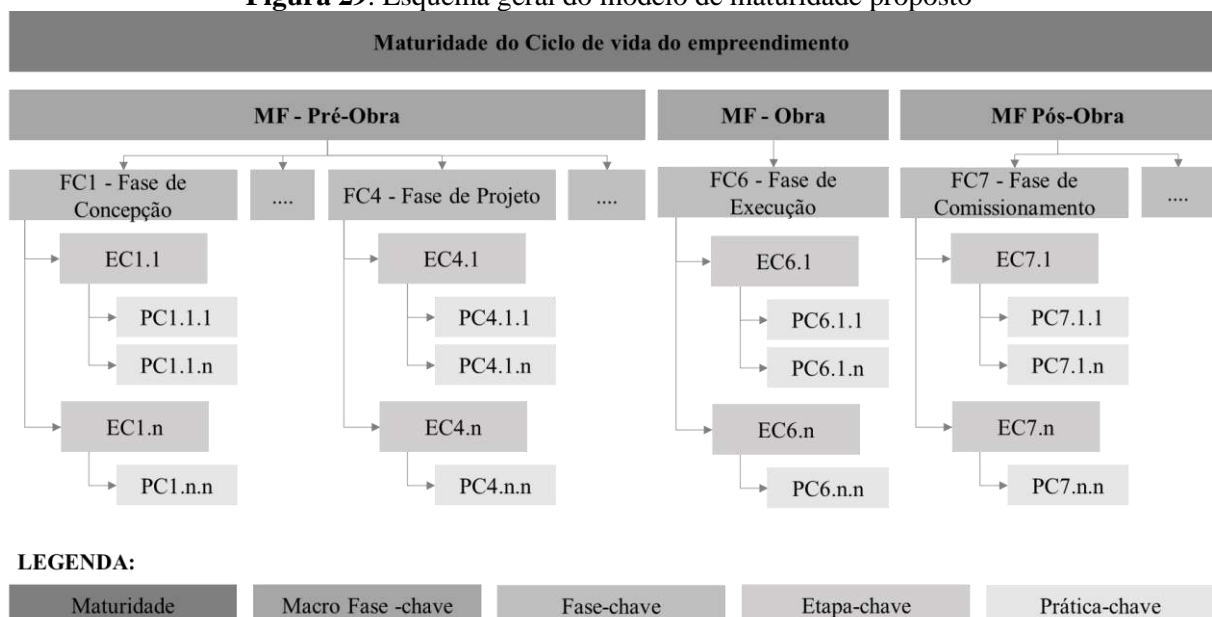
Concluída a etapa de construção dos MSLs, partiu-se para a proposição de uma matriz de maturidade. Assim, para melhor detalhamento da formulação e a construção da matriz de maturidade, esta etapa da pesquisa foi subdividida em duas fases: a primeira referente à construção da matriz de maturidade (*framework*) e elaboração dos questionários; e a segunda, à aplicação dos questionários, análise e discussão dos resultados.

#### a) Construção da matriz de maturidade (Framework)

A estrutura principal da proposta tem como base a metodologia adotada pelo CIM3, desenvolvido por Willis e Rankin (2012), porém, contempla a inserção de novos parâmetros voltados para as fases que envolvem o ciclo de vida do empreendimento. Para o Guia CBIC (2016), esse ciclo de vida é composto pelas etapas de pré-obra, obra e pós-obra, que juntas são subdivididas em aproximadamente 14 atividades.

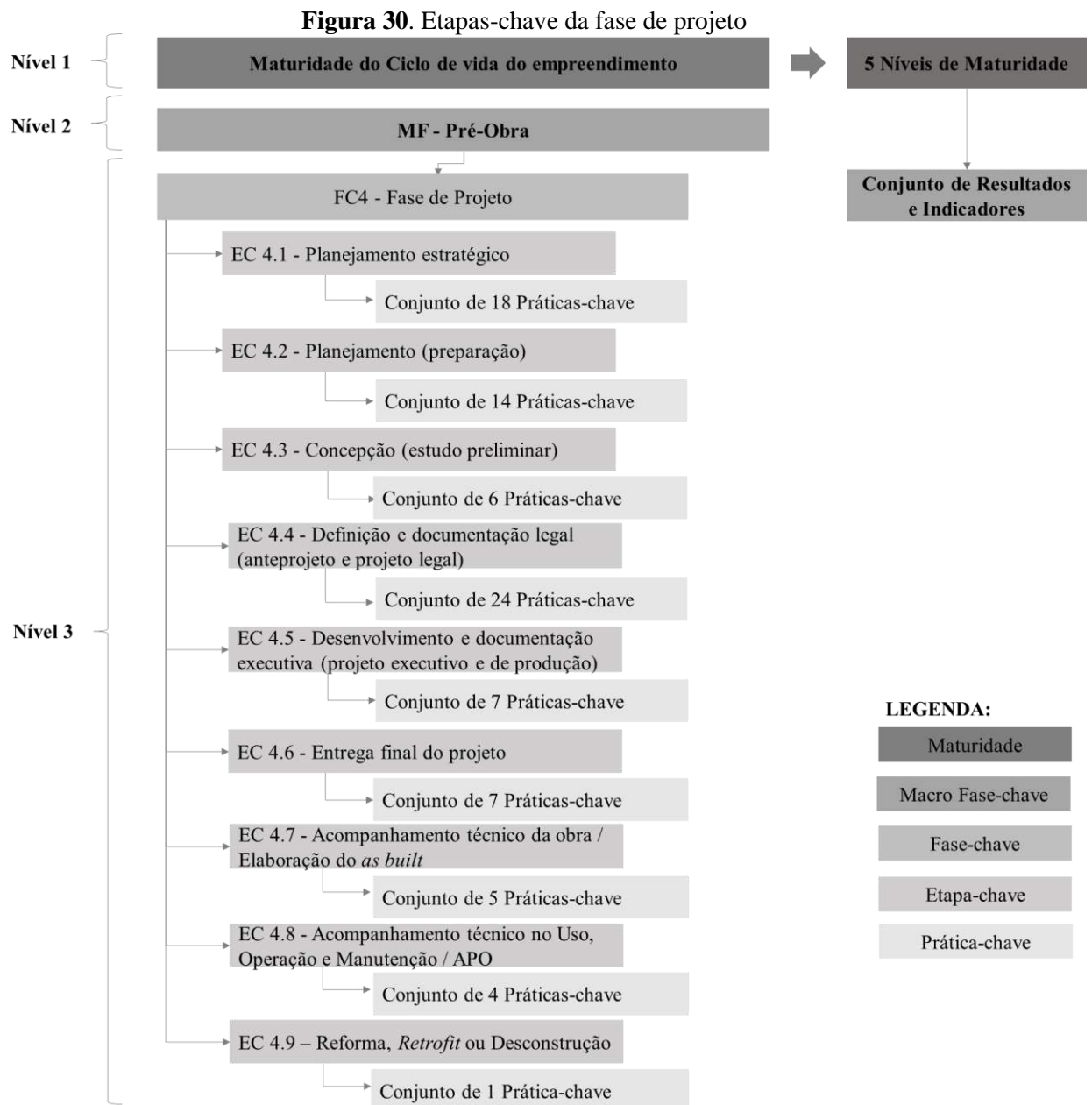
Neste trabalho, essas etapas e atividades foram denominadas, respectivamente, de macro fases-chave (MFCs) e fases-chave (FCs), conforme Figura 19. Para cada uma dessas FCs, estabeleceu-se um conjunto de etapas-chaves (ECs) que contém práticas-chave (PCs) específicas. As PCs é um conjunto de boas práticas e atividades podem ser utilizadas pelas empresas de AEC para atingir vários objetivos específicos, pois refletem a forma como essas empresas buscam atingir o desempenho relacionado às ECs.

**Figura 29.** Esquema geral do modelo de maturidade proposto



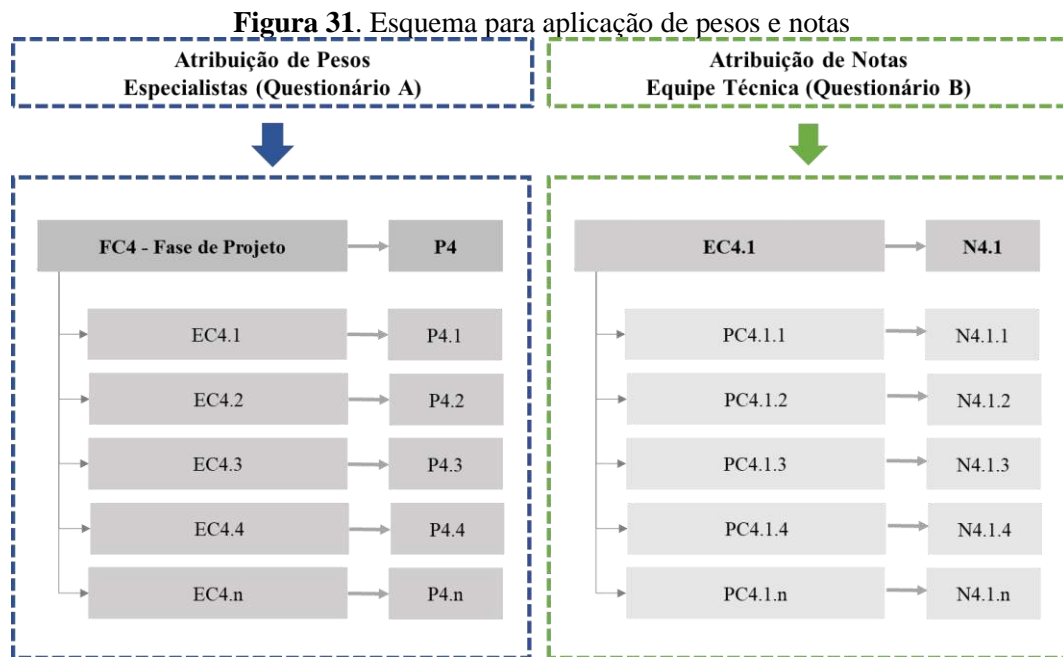
Fonte: adaptado Weber *et al.* (2019).

Sendo assim, optou-se por detalhar a fase de projeto, uma vez que representa uma fase com maiores chances de redução de custo (MELHADO *et al.*, 2005). Desta forma, com base nas etapas definidas por Silva e Souza (2003) e Manzione (2013), estabeleceu-se nove etapas-chave (ECs), sendo estas: planejamento estratégico; planejamento (preparação); concepção (estudo preliminar); definição e documentação legal (anteprojeto e projeto legal); desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção); entrega final do projeto; acompanhamento técnico da obra e elaboração do *as built*; acompanhamento técnico no uso, operação e manutenção e avaliação pós-ocupação (APO); e *retrofit* ou desconstrução (Figura 30).



Fonte: adaptado Weber *et al.* (2019).

Assim, com base na aplicação dos questionários, foram atribuídos os pesos (P) e as notas (N) que serviram de parâmetro para determinar o grau de maturidade (Figura 20). Como esta pesquisa limitou-se apenas ao Nível 3 da matriz, não foram desenvolvidos os questionários que estabelecem os pesos da FC em relação à MF e da MF (Nível 2) em relação à Maturidade Final (Nível 1).



Fonte: adaptado Weber *et al.* (2019).

O cálculo dos pesos de cada EC e das notas da PC, foram convertidos conforme a base equivalência da escala Likert identificadas no Quadro 14. É através da determinação dos pesos que é possível estabelecer o grau de importância da EC dentro da FC, ou seja, quanto maior o peso mais importante é a EC na perspectiva dos especialistas (Questionário A) (Apêndice C). Além disso, embora as escalas tenham sido diferentes, utilizou-se a mesma base de equivalência, pois, da avaliação dos especialistas, buscou-se saber a importância das ECs e da equipe técnica, bem como a frequência de utilização das PCs.

**Quadro 14.** Equivalência de pesos e notas da escala Likert

Equivalência	0	1	2	3	4
<b>Escala Likert das Etapas-chave (Questionário A)</b>	1 - Sem importância	2 - Pouco importante	3 - Importante	4 - Muito importante	5 - Extremamente importante
<b>Escala Likert das Práticas-chave (Questionário B)</b>	1 - Nunca	2 - Pouca frequência	3 - Frequente	4 - Muita frequência	5 - Sempre

Fonte: Autora (2020).

Assim, com a determinação dos pesos e as notas, a análise da maturidade foi realizada seguindo as seguintes equações (1, 2 e 3):

$$PC = \frac{\sum_{x=i}^n N_x}{4.n} \quad (1)$$

$$EC = PC_i \times P_i \quad (2)$$

$$MFC = \sum_{i=1}^n EC_i \quad (3)$$

$$MMF = \frac{\sum_{i=1}^n FC_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (4)$$

$$MM = \frac{\sum_{i=1}^n MMF_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (5)$$

onde, MM = maturidade do ciclo de vida;

MMF = maturidade da macro fase-chave;

MFC = maturidade da fase-chave;

EC = resultado da etapa-chave;

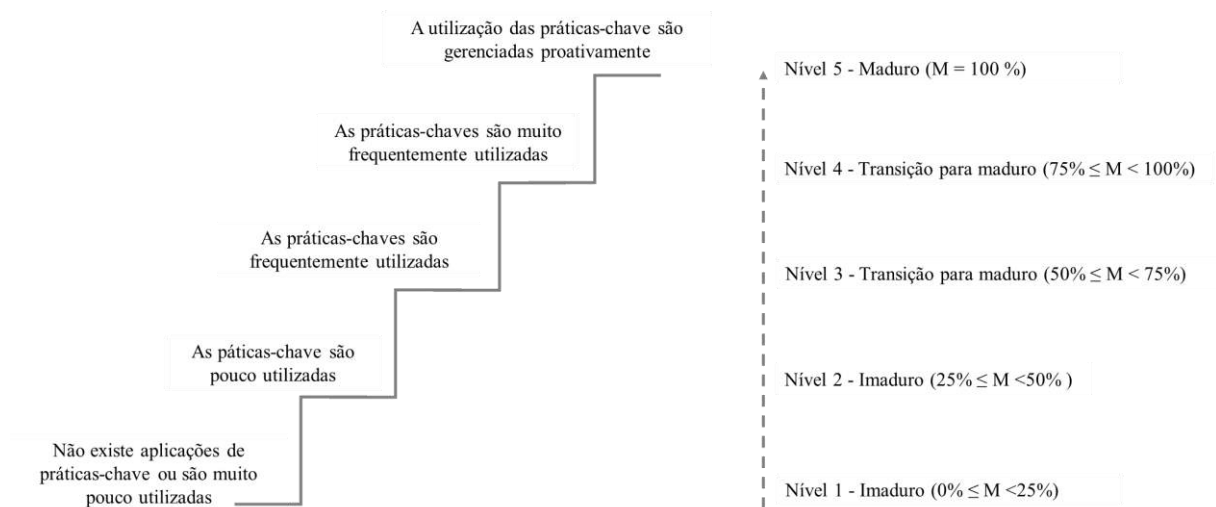
PC = prática-chave;

P = peso;

N = Média aritmética das notas.

Com o resultado de M, observa-se em valores percentuais o nível da classificação de maturidade. Foram estabelecidos cinco níveis de maturidade associada a cada etapa-chave (Figura 32), que se dividem em:

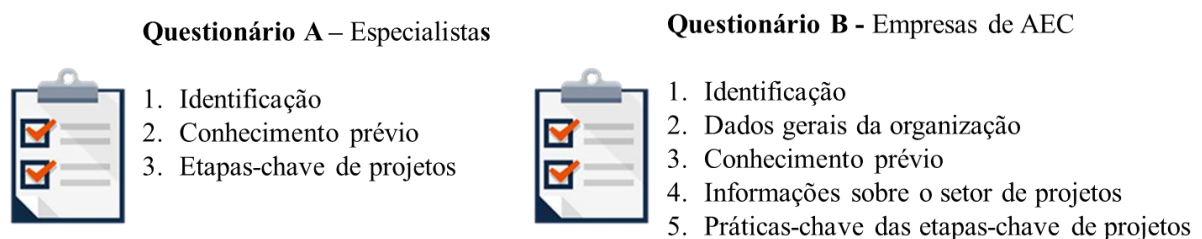
- Imaturo ( $0\% \leq M < 25\%$ ), quando não existe aplicações de PCs ou são muito pouco utilizadas;
- Imaturo ( $25\% \leq M < 50\%$ ), quando as PCs são muito pouco utilizadas, mas já existe um despertar de consciência para sua aplicação, embora pouco frequente;
- Transição para maduro ( $50\% \leq M < 75\%$ ), quando já existe um esclarecimento maior e uma utilização frequente das PCs;
- Transição para maduro ( $75\% \leq M < 100\%$ ), as PCs já são utilizadas com sabedoria e de forma muito frequente; e
- Maduro ( $M = 100\%$ ), as utilizações das PCs são gerenciadas de forma proativa.

**Figura 32. Níveis de maturidade**

Fonte: adaptado Willis e Rankin (2012).

#### *b) Elaboração dos questionários*

Elaborou-se dois tipos de questionários, o primeiro para ser aplicado aos especialistas na área (Apêndice C – Questionário A) e o segundo, à equipe técnica de gestão de projetos de empresas de AEC (Apêndice D – Questionário B). Ambos foram estruturados com questões abertas, para que os entrevistados pudessem responder livremente às perguntas, e questões fechadas, que envolveram opções de resposta “sim” ou “não” ou em escada de Likert de 1 a 5, distribuídas em diferentes seções (Figura 33).

**Figura 33. Seções dos questionários**

Fonte: Autora (2020).

No questionário A, buscou-se identificar os especialistas, seu conhecimento prévio acerca do assunto e os pesos referentes às ECs. Conforme dito anteriormente, a FC de projeto envolveu nove ECs (Quadro 15).

**Quadro 15.** Agrupamento das etapas-chave de projeto

<b>Etapas-chave</b>	<b>Descrição resumida das práticas-chave</b>
EC 4.1 - Planejamento estratégico	Estabelecer um planejamento estratégico; Definir os papéis e responsabilidades; contratar consultorias técnicas e/ou jurídicas; definir e controlar os processos de colaboração, coordenação e retroalimentação; realizar treinamentos; envolver os <i>stakeholders</i> e registrar formalmente as tomadas de decisões; definir requisitos de infraestrutura, as metas, os entregáveis (produtos e padronização das informações) e uma estrutura para validação (requisitos e métricas).
EC 4.2 - Planejamento (preparação)	Levantar as informações preliminares e técnicas específicas; elaborar o programa geral de necessidades; definir o conjunto de diretrizes básicas do projeto; analisar terrenos com base em critérios de busca; realizar o estudo de viabilidade técnica, econômica e comercial; e analisar criticamente o processo.
EC 4.3 - Concepção (estudo preliminar)	Desenvolver o estudo preliminar de arquitetura envolvendo o detalhamento do programa de necessidades, seleção tecnológica, diretrizes de concepção da estrutura e de disciplinas complementares; validar o estudo preliminar e de viabilidade; e analisar criticamente o processo.
EC 4.4 - Definição e documentação legal (anteprojeto e projeto legal)	Desenvolver e definir o anteprojeto de arquitetura, estrutura e complementares buscando aliando aos requisitos construtivos; validar o anteprojeto e elaborar o projeto legal para aprovação nos órgãos competentes.
EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção)	Detalhar aos projetos executivos e de produção envolvendo a participação dos envolvidos; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.
EC 4.6 - Entrega final do projeto	Entregar e apresentar os projetos executivos e de produção disponibilizando o caderno de especificações; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.
EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra / Elaboração do <i>as built</i>	Realizar o acompanhamento técnico durante a execução da obra através de visitas técnicas, reuniões e indicadores de projetos; elaborar o <i>as built</i> e os manuais dos proprietários/síndicos; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.
EC 4.8 - Uso, operação e manutenção / APO	Acompanhar, através de indicadores da assistência técnica, o uso, operação e manutenção da edificação; realizar a avaliação pós-ocupação com os usuários da edificação; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.
EC 4.9 - Reforma, <i>Retrofit</i> ou Desconstrução	Desenvolver um plano de readequação, com a previsão de novos sistemas, ou de desconstrução da edificação; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.

Fonte: Autora (2020).

Para elaboração das PCs utilizou-se como base os trabalhos que foram identificados por meio da revisão bibliográfica e sistemática da literatura e separados em categorias, buscou-se destacar os principais autores utilizados no Quadro 16,. Destaca-se que, para não repetir no quadro as referências utilizadas, citou-se o autor na maior categoria, assim, se este estiver na categoria 7, por exemplo, significa que atendem também as categorias de 0 a 6.



**Quadro 16.** Principais categorias das práticas-chave

Categorias		Referências
0	Práticas Gerenciais	Silva e Souza (2003); Tzortzopoulos (1999); Santos (2018); e AGESC (2019).
1	Práticas <i>Green</i>	Kibert (1994); e RIBA (2020)
2	Práticas <i>Lean</i>	Santos (2004); Grosskopf, Menezes e Santos (2013); Pinheiro (2006) e Comelli (2017).
3	Práticas BIM	Succar (2009); Manzione (2013); Arcari, (2015); Durante (2016) e Brito (2019)
4	Práticas <i>Green</i> e <i>Lean</i>	Galeazzo, Furlan e Vinelli,(2014); e Verrier <i>et al.</i> (2016)
5	Práticas <i>Green</i> e BIM	Larsen et al (2014); e Zemero (2016)
6	Práticas <i>Lean</i> e BIM	Sacks <i>et al.</i> (2010); Hamdi e Leite (2012); e Bolpagni, Burdi e Ciribini (2017).
7	Práticas <i>Green</i> , <i>Lean</i> e BIM	Ahuja, Sawhney e Arif (2010); Dantas Filho, Cândido e Barros Neto (2016); e Saieg <i>et al.</i> (2018).

Fonte: Autora (2020).

Já no questionário B, além da identificação do respondente e de seu conhecimento prévio, procurou-se coletar os dados gerais da organização, as informações sobre o setor de projetos e as notas referentes às PCs. Assim, para cada EC foram determinadas um conjunto de PCs (Figura 30 e Quadro 17).

**Quadro 17.** Trecho das práticas-chave da etapa-chave de planejamento estratégico

Etapas-chave	Descrição das práticas-chave
EC 4.1	PC 4.1.1 – Estabelece um planejamento estratégico na organização
	PC 4.1.2 – Define os papéis e responsabilidades dos <i>stakeholders</i>
	PC 4.1.3 – Busca a contratação de consultorias técnicas e/ou jurídicas
	PC 4.1.4 – Define os processos de colaboração, coordenação e retroalimentação
	PC 4.1.5 – Define um fluxograma e/ou cronograma de atividades contemplando as metas de cada fase do projeto
	....

Fonte: Autora (2020)

A primeira validação dos questionários A e B foi realizada por especialistas na área e, em seguida, pela aplicação de um teste piloto, visando a verificação dos procedimentos que foram adotados e a necessidade de possíveis ajustes nos questionários da pesquisa. Entende-se como especialistas os pesquisadores acadêmicos, consultores, gestores e profissionais com experiência na área.

Assim, após as análises dos especialistas, o projeto de pesquisa e os questionários foram encaminhados para a avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) e foi aprovado pelo parecer N° 4.272.491 e Certificado de Apresentação e Apreciação Ética (CAAE) n° 35525020.0.0000.5546.

*c) Aplicação da matriz em múltiplos estudos de casos*

Após a aprovação pelo CEP, o questionário A foi aplicado a um novo grupo composto por especialistas que possuem conhecimento do *Green*, *Lean* e BIM. Já em relação ao questionário B, foi aplicado em empresas de AEC e para a definição de uma amostra representativa, buscou-se delimitar o universo de estudo a empresas que fossem credenciadas e validadas pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), uma “certificação” exigida pelas instituições financeiras para que as empresas possam ter acesso à financiamentos construtivos e participar dos programas do governo federal. Tal delimitação partiu da premissa de que as certificações contribuem para a estruturação e organização dos processos das empresas.

Para ter acesso à relação das empresas avaliadas, utilizou-se o Portal do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) referente ao PBQP-H (BRASIL, 2020). Este portal é um *site* que permite o acesso livre às informações gerais a respeito do programa e algumas seções com mecanismos de pesquisas, como por exemplo as das empresas avaliadas que podem ser filtradas pelo nome, região, estado, nível de avaliação, regimento, situação e organismos de certificação.

Nesta pesquisa, utilizaram-se os dados referentes às empresas com atuação em Sergipe e com certificados válidos, abrindo-se exceção às empresas que tiveram sua validade expirada em 2020, pois por conta da pandemia provocada pelo coronavírus, o setor de construção civil em Sergipe teve algumas de suas atividades interrompidas por cinco meses. Assim, a partir desse critério, foram encontradas 24 empresas, porém, duas delas pertencem a uma mesma família e utilizam a mesma estrutura física, de modo que foi contabilizado um total de 23 empresas.

Acerca dessas empresas, foram realizadas pesquisas na internet para a identificação dos *sites* e contatos telefônicos. Após o contato com cada uma dessas empresas, sete concordaram em participar da pesquisa, o que corresponde a aproximadamente 30,43% do número total de empresas. De tal modo, em sua maioria, os questionários da matriz foram

direcionados e aplicados aos profissionais que possuíam alguma relação com o setor de projetos. Além disso, foram disponibilizados através da Plataforma *Google Forms*, de modo *online*, no período de 28/09/2020 a 28/11/2020.

*d) Análise e discussão dos resultados*

Por fim, foram analisados e discutidos os resultados obtidos a partir das análises qualitativas e quantitativas, buscando caracterizar e descrever a percepção dos especialistas e dos respondentes das empresas pesquisadas, além de identificar o grau de maturidade destas empresas, utilizando a metodologia proposta.

Deste modo, esta seção foi organizada em: caracterização dos especialistas, onde foram abordadas as primeiras seções do questionário A, que se refere à identificação e ao conhecimento prévio; caracterização dos estudos de casos, em que buscou-se abordar as informações coletadas da seção de 1 (um) a 4 (quatro) do questionário B, que contemplou a identificação dos respondentes e dados gerais das empresas que representam, seu conhecimento prévio e as informações referentes ao setor de projeto das empresas; e a análise do grau de maturidade, dividida em uma análise por empresa e comparativa entre as mesmas.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Caracterização Geral

#### 4.1.1 Caracterização dos especialistas

##### a) Identificação

Da etapa de aplicação do Questionário A, foram consultados cinco especialistas, três arquitetos com mestrado e dois engenheiros civis com doutorado, destes, quatro exercem a função de docente em universidades e um arquiteto atua como autônomo no mercado. Com relação ao tempo na função, três especialistas afirmaram possuir mais de 8 anos na função, porém todos possuem pelo menos 10 anos de experiência profissional na área (**Quadro 18**).

**Quadro 18.** Caracterização dos especialistas

Especialistas	Tempo na função	Tempo de experiência profissional	Principais áreas de experiência profissional
<b>E1</b>	15 anos	22 anos	Planejamento, Consultoria e Pesquisa e Ensino
<b>E2</b>	10 anos	10 anos	Concepção e Viabilidade, Projetos, Construção, Operação/Manutenção, Consultoria e Pesquisa e Ensino
<b>E3</b>	8 anos	21 anos	Projetos, Consultoria e Pesquisa e Ensino
<b>E4</b>	12 anos	23 anos	Construção, Gerenciamento/Supervisão de Obras e Pesquisa e Ensino
<b>E5</b>	2 anos	10 anos	Projetos, Licitações, Orçamento, Construção, Consultoria e Pesquisa e Ensino

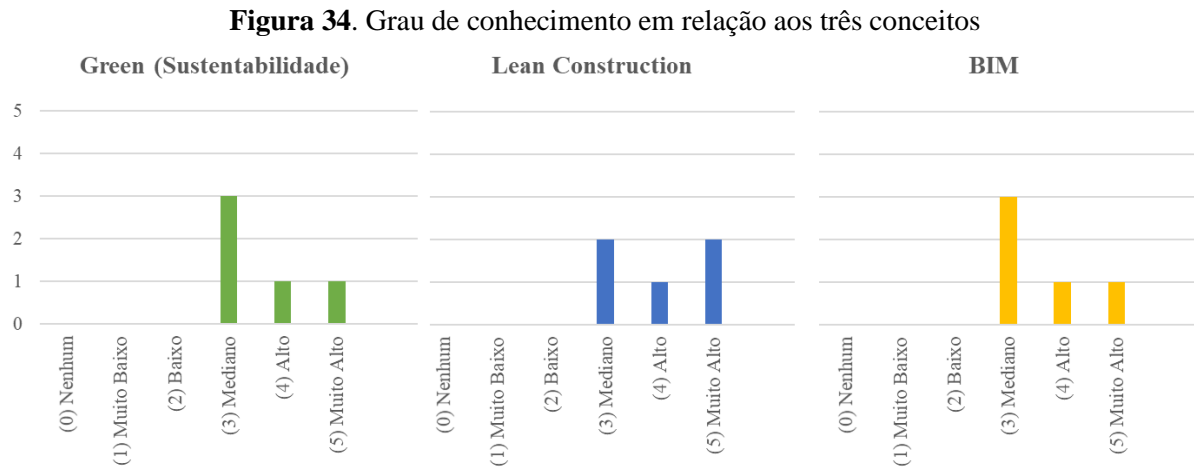
Fonte: Autora (2020).

Além disso, 100% dos especialistas possuem experiência com ensino e pesquisa, 80% com consultorias e 60% com projetos e construção. Quanto ao estado de atuação, dois atuam em Sergipe, um no Maranhão, um no Distrito Federal e um em Goiás.

##### b) Conhecimento prévio

O objetivo desta seção consiste em entender como os especialistas se autoavaliam em relação ao seu grau de conhecimento e quais as suas perspectivas em relação a aplicação dos conceitos estudados na fase de projeto. Assim, em relação ao grau de conhecimento dos conceitos *Green*, *Lean* e BIM, utilizando como referência a escala Likert de 0 a 5, indicada na

Figura 34, três especialistas afirmaram possuir um conhecimento mediano em relação ao *Green* e ao BIM e dois deles mediano ou muito alto em relação ao *Lean*.



Fonte: Autora (2020).

Analisando comparativamente os gráficos da Figura 34 em termos absolutos, percebeu-se também que os especialistas entrevistados possuem maior domínio do conhecimento sobre o *Lean* e um equilíbrio em relação ao *Green* e BIM. Ao questionar sobre as aplicações de cada conceito para a fase de projeto em relação ao *Green*, o Especialista 1 afirmou que “considerando a construtibilidade do projeto, para evitar retrabalhos; utilizando materiais de baixo consumo energético; adotando soluções de projeto que utilizem materiais locais, a partir incorporação do conceito de construtibilidade para o projeto”.

Já o Especialista 2 comentou que os princípios do *Green* podem auxiliar nas decisões conceituais através da aplicação de soluções mais sustentáveis. O Especialista 3 complementou esta ideia, ressaltando a importância de se atentar para “os impactos das soluções arquitetônicas”. Para o Especialista 4, deve-se garantir a aplicação do “tripé da sustentabilidade” e incluir “parâmetros (diferenciais) sustentáveis viabilizados por uma análise econômica bem fundamentada.” O Especialista 5 resumiu que essa aplicação deve ocorrer “de forma holística, integrada, colaborativa e responsável”.

Com relação à aplicação dos princípios *Lean* à fase de projeto, o Especialista 1 relatou que podem ser praticados “ao priorizar a redução de fluxo, seja de informação, mão de obra ou de matéria prima, quanto na concepção do próprio projeto, pensando na sua construtibilidade em termos de execução e manutenção”. Para o Especialista 2, a partir da “decisão do sistema construtivo” e do “planejamento do canteiro de obra”. Além disso, o



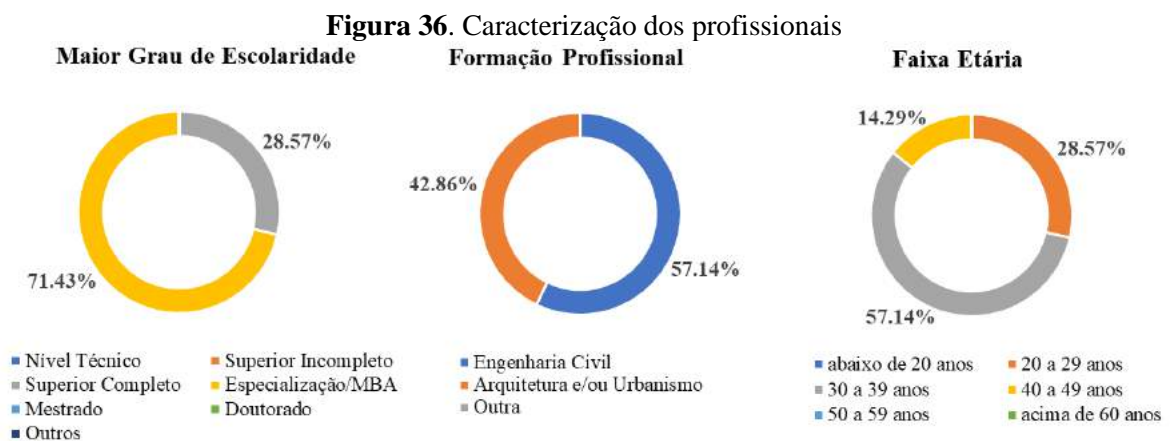
Um ponto importante a se destacar é que as opiniões dos especialistas estão alinhadas com a literatura. Para Fernández-Solís e Mutis (2010), o *Green* é um conceito que direciona a eficácia, o *Lean*, a eficiência e o BIM, uma plataforma que facilita a implementação de ambos em busca de projetos de construção economicamente viáveis e com o melhor desempenho.

Em outras palavras, a aplicação do *Green* possui relação com uso adequado dos recursos disponíveis, de forma a minimizar ou eliminar a geração de resíduos. Já a do *Lean*, relaciona-se com a melhor utilização dos recursos e isso implica na redução do que não agrega valor, associados, principalmente, aos fluxos e retrabalhos. Por conseguinte, a aplicação do BIM permite equacionar essas duas perspectivas com a antecipação na identificação de falta ou interferências em fases iniciais, principalmente na fase de projeto, o que reduz o impacto destas ocorrerem em fase de obra e pré-obra. Ao reduzir isso, se atinge a integração dos conceitos enxutos, sustentáveis e de outras teorias que corroboram com o processo.

#### 4.1.2 Caracterização dos estudos de casos

##### a) Identificação e dados gerais

Da etapa de aplicação do Questionário B, foram obtidas as respostas de sete questionários num universo de 23 empresas de AEC credenciadas ao PBQP-H, o que corresponde a uma taxa de retorno de aproximadamente 30,43%, conforme mencionado anteriormente. Com base na Figura 36, pode-se observar que: 71,43% dos respondentes possuem especialização e/ou MBA na área e 28,57% possuem nível superior completo; 57,14% são formados em engenharia civil e 42,86% em arquitetura e urbanismo; e em relação à faixa etária 57,14 % se encontram na faixa de 30 a 39 anos, 28,57% na de 20 a 29 anos e 14,29% na de 50 a 59 anos.



Fonte: Autora (2020).

Todos os profissionais têm como principal cidade de atuação Aracaju, em Sergipe, e exercem, dentro da organização, funções estratégicas relacionadas à fase de projeto (**Quadro 19**). Além disso, 42,86% possuem acima de 8 anos de exercício na função e de tempo de experiência profissional, sendo as áreas de projetos e de incorporação as mais citadas, respectivamente, por 100% e 71,43% dos respondentes, seguido da área de concepção e viabilidade, planejamento e gerenciamento e supervisão de obras a qual foi mencionada por 57,14% dos respondentes.

**Quadro 19.** Funções e principais áreas de experiência profissional

<b>Profissionais</b>	<b>Funções</b>	<b>Tempo na função</b>	<b>Tempo de experiência profissional</b>	<b>Principais áreas de experiência profissional</b>
Empresa A	Arquiteto	1 mês	5 anos	Projetos, Planejamento, Fiscalização, Construção, Gerenciamento/Supervisão de Obras, Consultoria e Pesquisa e Ensino
Empresa B	Gerente de projetos	9 anos	13 anos	Concepção e Viabilidade, Projetos, Fiscalização e Construção, Gerenciamento/Supervisão de Obras
Empresa C	Coordenador Orçamento e Incorporação	11 anos	11 anos	Incorporação, Concepção e Viabilidade, Projetos, Orçamento e Planejamento
Empresa D	Gerente de projetos/administração	9 anos	10 anos	Incorporação, Projetos, Planejamento, Gerenciamento/Supervisão de Obras e Pesquisa e Ensino
Empresa E	Analista	5 anos	7 anos	Incorporação, Concepção e Viabilidade, Projetos, Fiscalização e Construção, Gerenciamento/Supervisão de Obras
Empresa F	Coordenação de Projetos e Incorporação	2 meses	2 anos	Incorporação e Projetos
Empresa G	Gerente de Engenharia	2 anos	10 anos	Incorporação, Concepção e Viabilidade, Projetos, Orçamento e Planejamento

Fonte: Autora (2020).

Em relação às empresas, todas atuam em municípios de Sergipe e possuem pelo menos 10 anos de fundação, sendo 85,71% classificadas, segundo os parâmetros adotados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2013), como empresa de médio porte (Quadro 20). Observou-se, ainda, que 100% das empresas atuam com incorporação e 85,71% com construção, gerenciamento e supervisão de obras.



**Quadro 20.** Caracterização das empresas

Profissionais	Tempo de fundação	Porte	Áreas de atuação no mercado
<b>Empresa A</b>	14	Pequena	Incorporação
<b>Empresa B</b>	15	Média	Incorporação, Licitação, Projetos e Construção/Gerenciamento/Supervisão de Obras
<b>Empresa C</b>	37	Média	Incorporação e Construção/Gerenciamento/Supervisão de Obras
<b>Empresa D</b>	29	Média	Incorporação, Projetos, Construção/Gerenciamento/Supervisão de Obras
<b>Empresa E</b>	31	Média	Incorporação, Concepção e Viabilidade e Construção/Gerenciamento/Supervisão de Obras
<b>Empresa F</b>	10	Média	Incorporação e Construção/Gerenciamento/Supervisão de Obras
<b>Empresa G</b>	32	Média	Incorporação, Projetos e Construção/Gerenciamento/Supervisão de Obras

Fonte: Autora (2020).

No que diz respeito a características administrativas da empresa, 100% dos profissionais afirmaram que a empresa possui um planejamento estratégico e utiliza um sistema de gestão da qualidade (Quadro 21). A adoção de um sistema de gestão da informação e o desenvolvimento de uma cultura organizacional foi observado em 42,86% das empresas, porém apenas 14,29% adotam um sistema de gestão do conhecimento.

**Quadro 21.** Características administrativas da empresa

Profissionais	Planejamento Estratégico	Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)	Sistema de Gestão da Informação (SGI)	Sistema de Gestão do Conhecimento (SGC)	Cultura Organizacional
<b>Empresa A</b>	Sim	Sim	Não	Não	Sim
<b>Empresa B</b>	Sim	Sim	Não	Não	Sim
<b>Empresa C</b>	Sim	Sim	Sim	Não	Não
<b>Empresa D</b>	Sim	Sim	Não	Não	Não
<b>Empresa E</b>	Sim	Sim	Sim	Não	Não
<b>Empresa F</b>	Sim	Sim	Não	Não	Não
<b>Empresa G</b>	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

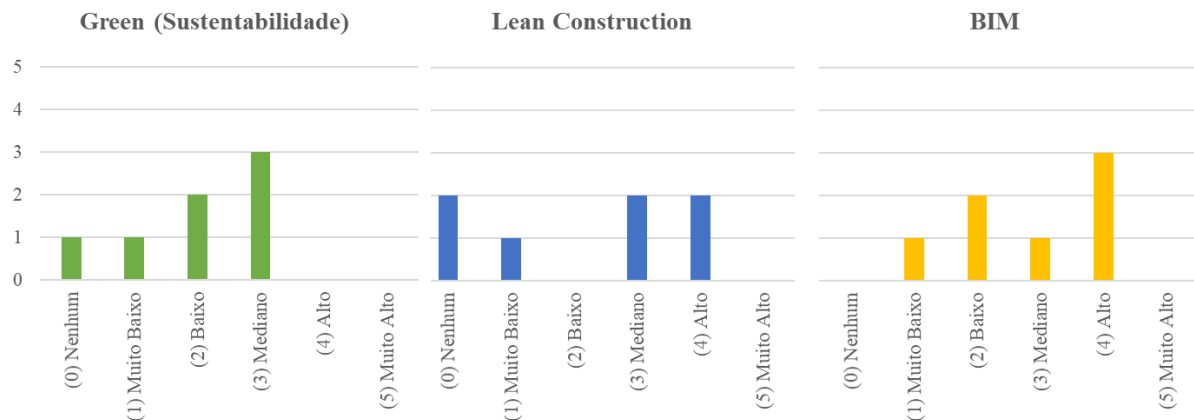
Fonte: Autora (2020)

#### *b) Conhecimento prévio*

Na pesquisa, utilizando como referência a escala Likert de 0 a 5 indicada na Figura 34, observou-se que 57,14% dos respondentes possuem um grau de conhecimento maior em

relação ao *Lean* e BIM do que ao *Green*, quando comparados o somatório de respondentes do nível mediano, alto e muito alto com o somatório do nível nenhum, muito baixo e baixo. Além disso, é possível perceber que, dentre os três conceitos, o do BIM foi o que apresentou maior nível de disseminação entre os respondentes.

**Figura 37.** Grau de conhecimento em relação aos três conceitos



Fonte: Autora (2020).

Questionou-se também sobre as aplicações de cada conceito para a fase de projeto. Em relação ao *Green*, a Empresa B destacou que já “... traz em seus empreendimentos habitacionais, áreas verdes, coleta seletiva de resíduos, um projeto paisagístico de forma a manter o ambiente mais natural e sustentável...”; a Empresa D defendeu que “com todo o projeto já voltado aos conhecimentos sustentáveis, o direcionamento projetual é completamente diferente, é imprescindível que parta da fase projetual”; e a Empresa G relatou que pode ser aplicado, principalmente, durante a fase de especificação dos materiais, que envolvem, por exemplo, a adoção de descargas *dual flush* ou torneiras com controle de vazão de modo a reduzir os desperdícios de água, dentre outros.

Com relação ao *Lean*, a Empresa B afirmou que suas “obras são gerenciadas” e “sua mão de obra especializada na construção enxuta”, já a Empresa D disse que:

(...) a partir do momento que se visualiza um projeto com materiais mais limpos e com seu ciclo mais fechado em relação à natureza, automaticamente se pensa numa obra com menos lixo e desperdício. O projeto parte do princípio que a obra desenvolverá em sua execução. Pensar em materiais e processos mais eficientes, conectados à execução faz do projeto a fase mais importante de qualquer construção aliada à sustentabilidade e eficiência energética e ambiental (Empresa D).

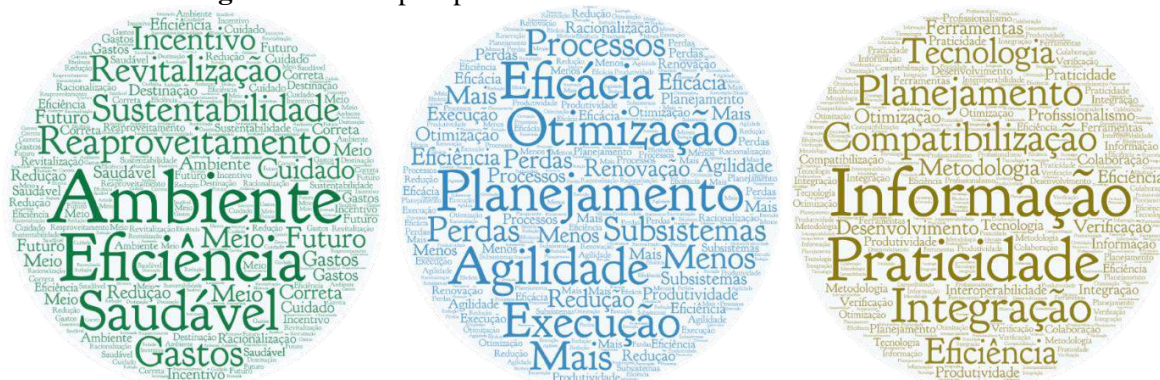
Já a Empresa E citou que esse conceito pode ser aplicado ao “planejamento de fluxo operacional, concepção construtiva e especificação de materiais e soluções” e a Empresa G exemplificou que pode ser utilizado na:

(...) compatibilização entre as disciplinas de forma a que quando os projetos fossem para obra eles não precisem tomar decisões improvisadas e aí essas decisões improvisadas podem fazer com que eles não otimizem os recursos, não ser a melhor solução e fazer com que essa construção enxuta não ocorra. Eu posso pensar em projetos de apoio a produção que promovam a racionalização dos materiais, como por exemplo a parte de alvenaria, eu posso fazer um projeto de modulação, onde eu já dou a solução pensada para o engenheiro de como é que faz para ele executar aquilo, onde vai ter aquela expectativa de minimização de desperdício, de melhorar a produtividade, eu posso pensar nos projetos também de paginação específica... (Empresa G).

No que diz respeito ao BIM, Empresa B relatou que já estuda e aos poucos vem implantando o BIM no seu sistema de projetos relacionados ao orçamento, pois aumenta a eficiência do projetado com o real executado, evitando retrabalhos e a perda de insumos. Para Empresa D, a utilização do BIM “... antecipa a construção e todos os seus possíveis imprevistos na fase projetual”. As outras empresas explanaram uma mesma ideia conceitual que foi resumida pela Empresa F quando retratou que “o BIM abrange todo o desenvolvimento de um projeto, integrando todas as disciplinas, proporcionando uma elevada redução nos erros de compatibilidade e aumento da produtividade”.

Também foi solicitado aos respondentes que citassem três palavras-chave que representaria a visão deles sobre os conceitos. Na Figura 38, observa-se uma nuvem de palavras-chaves formada a partir dessa visão, sendo “ambiente” a mais representativa para o *Green*, “otimização” e “planejamento” para o *Lean* e “informação” para o BIM. Analisando comparativamente com a Figura 35, percebeu-se que as palavras-chaves mais citadas, pelos especialistas, como “ambiente”, “otimização” e “informação”, foram as mesmas para os respondentes, o que demonstra um alinhamento do que representa os conceitos.

**Figura 38.** Principais palavras-chaves envolvendo os três conceitos



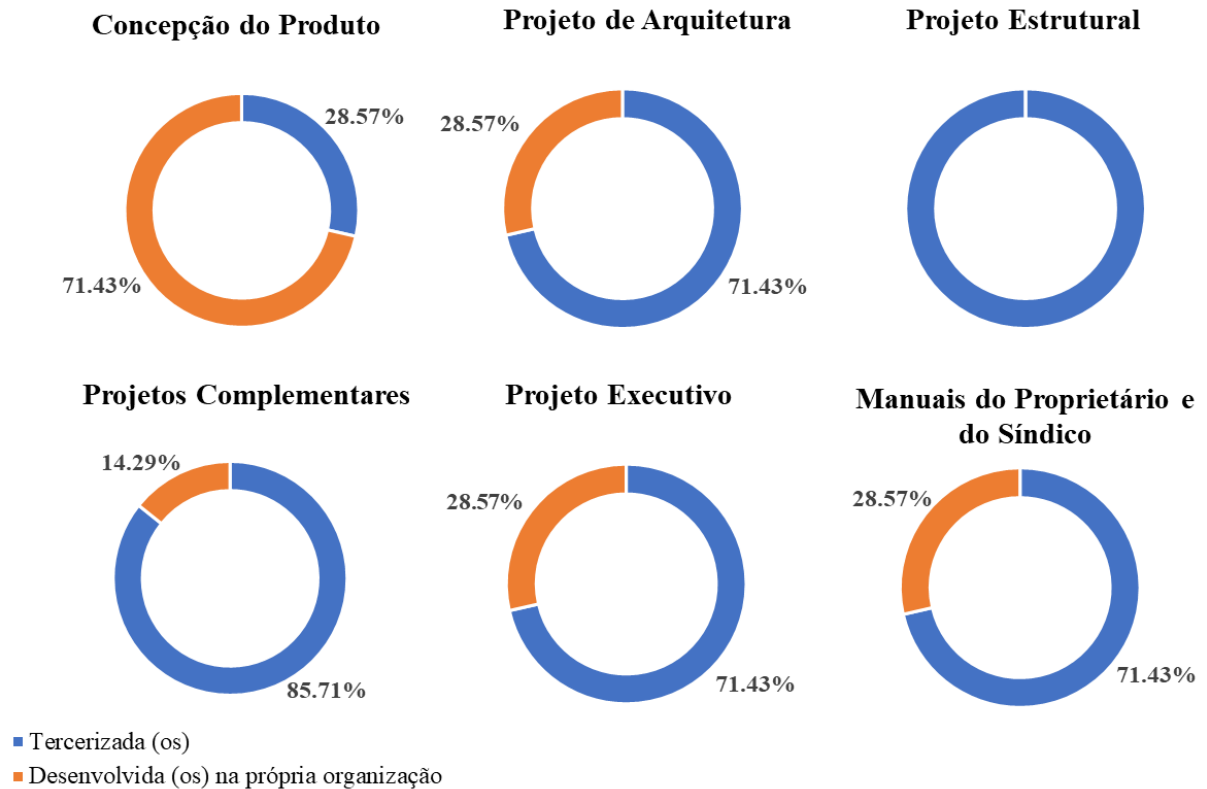
Fonte: Autora (2020).

Diante do que os profissionais entendem dos conceitos, procurou-se saber se a organização aplica os conceitos durante a fase de projetos e 57,14% responderam que sim para o *Lean* e o BIM e que não para o *Green*. Ao perguntá-los se possuem experiência com o BIM, e 57,4% afirmaram que não. Desta forma, embora os respondentes tenham maior conhecimento em relação ao BIM, observou-se que os mesmos não aplicaram esse conceito na prática. Já a maioria dos 42,6% restantes, possuem tempo de experiência de 2 até menos de 5 anos com o BIM.

### c) Informações sobre o setor de projetos

Em todas as empresas há um setor específico de projetos onde é realizada a gestão do processo de projeto e o profissional responsável por essa gestão pertence ao quadro da organização. Com relação à formação deste profissional, 42,86% são engenheiros civis, 22,57% arquitetos e/ou urbanistas e o restante, possui as duas formações. Quanto ao nível de escolaridade atual deste profissional, 14,29% têm nível superior e 85,71% têm especialização ou MBA. Já em relação ao tempo de experiência, 57,14% possuem acima de 8 anos.

Observou-se ainda que, com exceção da concepção do produto, a maioria das empresas terceirizam seus projetos de arquitetura, complementares (destacando-se o estrutural) e executivos, bem como os manuais do proprietário e do síndico (Figura 39). Entretanto, é importante ressaltar que embora a terceirização seja uma alternativa atrativa, pois permite o compartilhamento das capacidades, recursos e custos, requer um maior investimento no processo de coordenação e na integração de seus processos com os parceiros externos (LUO; MALLICK; SCHROEDER, 2010).

**Figura 39.** Formas frequentes de desenvolvimento do projeto

Fonte: Autora (2020).

Pelos dados coletados do Quadro 22, as Empresas A e C afirmaram que seus projetos e manuais são terceirizados. Em contrapartida, a Empresa B foi a que mais desenvolve projetos dentro da própria organização.

**Quadro 22.** Formas frequentes de desenvolvimento do projeto por empresa

Profissionais	Concepção do projeto	Projeto de arquitetura	Projetos de estrutura	Projetos complementares	Projetos de executivos	Manuais do proprietário/síndico
Empresa A	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
Empresa B	(D)	(D)	(T)	(D)	(D)	(D)
Empresa C	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
Empresa D	(D)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
Empresa E	(D)	(T)	(T)	(T)	(T)	(D)
Empresa F	(D)	(D)	(T)	(T)	(D)	(T)
Empresa G	(D)	(T)	(T)	(T)	(T)*	(T)

**Legenda:** (T) Terceirizado, (D) Desenvolvida (os) na própria organização e (O) Outros.

(T)\*: A Empresa G desenvolve projetos de apoio a produção e alguns tipos projetos executivos.

Fonte: Autora (2020).

Para 71,43% dos respondentes, a percepção dos envolvidos sobre a importância da prática da gestão do processo e a atuação do profissional responsável por essa gestão para o sucesso dos projetos e/ou negócios é de que agrega muito valor. Com relação à duração média dos projetos, contemplando da etapa de planejamento à etapa de entrega final, para 42,86% é de no mínimo 6 meses.

Em 28,87% das empresas, o processo de desenvolvimento de projetos não é formalizado. No que diz respeito ao fluxo de processo, a Empresa A relatou que define o programa de necessidades e o encaminha para um projetista terceirizado. A Empresa B comentou que “os projetos são desenvolvidos conforme viabilidade e tomada de decisão da diretoria”. O principal fluxo para a Empresa C consiste na realização da “viabilidade, aprovação e executivo”.

A Empresa D informou que segue a gestão indicada pelo seu SGQ. Já a Empresa E detalhou que segue a seguinte sequência de etapas: “definição do produto, estudo de viabilidade, desenvolvimento dos projetos legais, aprovação e desenvolvimento dos projetos executivos”. Como a maior parte de projetos são terceirizados, na Empresa F “o diretor de engenharia define qual projetista irá elaborar de acordo com as disciplinas e, em seguida, o setor de projetos faz o acompanhamento dos mesmos quando estão em fase de elaboração”.

Quanto à Empresa G, comentou que existe um fluxo de projetos definido e está relacionado às etapas de estudo inicial, anteprojeto, projeto legal, projeto executivo e é coordenado através de uma ferramenta de colaboração que permite acompanhar, com base em uma rede de precedências, o status das tarefas antecessoras e sucessoras.

Também foi perguntado se o período de pandemia devido ao coronavírus que se iniciou em março de 2020 influenciou no fluxo de projeto e grande parte dos profissionais relataram que os maiores impactos estiveram relacionados ao planejamento e ao processo de aprovação nos órgãos públicos. Um dos respondentes conseguiu explicar sob duas perspectivas os principais impactos que foram percebidos:

(...) Então mudou muito porque as mudanças do planejamento estratégico afetaram o planejamento dos projetos e as nossas prioridades e as nossas tarefas. A forma de trabalho não afetou muito não, porque a gente já estava ambientado em uma ferramenta colaborativa que depende de internet, não depende de uma rede de servidor... as dificuldades foram mais relacionadas ao ambiente do novo trabalho... (Empresa G).

Conforme pode ser percebido, uma das maiores dificuldades encontrada em relação à pandemia está em estabelecer o equilíbrio entre o trabalho *home office* e a vida social dentro

de um mesmo ambiente. Além disso, nem todos os funcionários possuem um ambiente interno dentro da casa estruturado.

Dentre as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento dos projetos, 42,86% utilizam o CAD, 28,57% utilizam tanto o CAD quanto *softwares* BIM e os outros 28,57% informaram que não sabem quais as tecnologias utilizadas pelas empresas terceirizadas. Quanto ao processo de implantação, somente 28,57% iniciaram o processo e no período de 1 até menos de 3 anos e dos 71,43% que não iniciaram, 40% pretendem iniciar em menos de um ano.

Ao perguntar sobre quem está estimulando o processo de adoção do BIM na empresa, 42,86% informaram que é a média gestão. Para os 28,57% que já iniciaram esse processo, as etapas do ciclo de vida que mais estão sendo utilizados *softwares* BIM são viabilidade, projeto, planejamento e orçamentação e os principais usos estão associados à estimativa de custo, modelagem de condições existentes e revisão do projeto.

Já em relação à(s) etapa(s) que é(são) despendido(s) um maior tempo de dedicação do projeto, duas se destacaram, a de definição e documentação legal (anteprojeto e projeto legal) e a de desenvolvimento e documentação dos projetos executivos e de produção com, respectivamente, 57,14% e 42,86%. Por fim, ao questionar sobre o estágio da organização em relação ao BIM para as empresas que já iniciaram o processo, uma empresa se encontra no estágio de modelagem baseada em objetos e outra, no de colaboração baseada em modelos.

## **4.2 Análise do grau de maturidade**

### *4.2.1 Análise por empresa*

Seguindo a metodologia descrita na seção 3.3.2, a partir dos dados coletados pelo questionário A, referente às respostas dos cinco especialistas, foram calculadas as médias aritméticas por etapa-chave, respeitando os valores de equivalência estabelecidos no Quadro 14, e encontrados os resultados referentes ao peso (Quadro 23). Pelos dados encontrados, pode-se perceber que as etapas mais importantes na visão dos especialistas foram as de planejamento estratégico, planejamento (preparação), desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção) e acompanhamento técnico da obra e elaboração do *as built*. Em contrapartida, a de Reforma, *Retrofit* ou Desconstrução foi a que apresentou o menor peso.

**Quadro 23.** Pesos aplicados às etapas-chave

<b>Etapas-chave</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>Média Aritmética (Pesos)</b>	<b>Média Ponderada (Pesos)</b>
EC 4.1 - Planejamento estratégico	4	4	4	4	4	<b>4,00</b>	<b>0,118</b>
EC 4.2 - Planejamento (preparação)	4	4	4	4	4	<b>4,00</b>	<b>0,118</b>
EC 4.3 - Concepção (estudo preliminar)	3	4	4	4	4	<b>3,80</b>	<b>0,112</b>
EC 4.4 - Definição e documentação legal (anteprojeto e projeto legal)	3	4	3	4	4	<b>3,60</b>	<b>0,106</b>
EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção)	4	4	4	4	4	<b>4,00</b>	<b>0,118</b>
EC 4.6 - Entrega final do projeto	3	4	4	4	4	<b>3,80</b>	<b>0,112</b>
EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra / Elaboração do <i>as built</i>	4	4	4	4	4	<b>4,00</b>	<b>0,118</b>
EC 4.8 - Uso, operação e manutenção / APO	3	4	3	4	4	<b>3,60</b>	<b>0,106</b>
EC 4.9 - Reforma, <i>Retrofit</i> ou Desconstrução	1	4	3	4	4	<b>3,20</b>	<b>0,094</b>
<b>Somatório dos Pesos</b>						<b>34,00</b>	<b>1,000</b>

Fonte: Autora (2020).

Com base nos dados coletados do questionário B, que foi aplicado a sete empresas, calculou-se a média relativa (equação 1) e a média ponderada (equação 2), cujo resultado em percentual se refere ao grau de maturidade para cada empresa. Caso o questionário tivesse sido aplicado a mais de uma pessoa da mesma empresa, seria necessário calcular primeiro a média aritmética das notas para cada PC e, em seguida, realizar o mesmo procedimento de cálculo detalhado para a Empresa A (Quadro 24).

**Quadro 24.** Notas das práticas-chave – Empresa A

<b>EC</b>	<b>PC</b>	<b>Notas Equivalentes</b>	<b>Média Relativa</b>	<b>Média Relativa x Média Ponderada do Peso da EC</b>
EC4.1	PC4.1.1	2,00	0,50	<b>0,059</b>
	PC4.1.2	3,00		
	PC4.1.3	2,00		
	PC4.1.4	3,00		
	PC4.1.5	2,00		
	PC4.1.6	1,00		
	PC4.1.7	1,00		
	PC4.1.8	3,00		
	PC4.1.9	1,00		
	PC4.1.10	2,00		
	PC4.1.11	2,00		
	PC4.1.12	2,00		



	PC4.1.13	2,00		
	PC4.1.14	4,00		
	PC4.1.15	0,00		
	PC4.1.16	1,00		
	PC4.1.17	3,00		
	PC4.1.18	2,00		
EC4.2	PC4.2.1	2,00	0,46	<b>0,054</b>
	PC4.2.2	2,00		
	PC4.2.3	2,00		
	PC4.2.4	2,00		
	PC4.2.5	1,00		
	PC4.2.6	3,00		
	PC4.2.7	2,00		
	PC4.2.8	2,00		
	PC4.2.9	2,00		
	PC4.2.10	2,00		
	PC4.2.11	2,00		
	PC4.2.12	2,00		
	PC4.2.13	1,00		
	PC4.2.14	1,00		
EC4.3	PC4.3.1	2,00	0,50	<b>0,056</b>
	PC4.3.2	3,00		
	PC4.3.3	2,00		
	PC4.3.4	1,00		
	PC4.3.5	2,00		
	PC4.3.6	2,00		
EC4.4	PC4.4.1	2,00	0,46	<b>0,049</b>
	PC4.4.2	2,00		
	PC4.4.3	2,00		
	PC4.4.4	2,00		
	PC4.4.5	2,00		
	PC4.4.6	2,00		
	PC4.4.7	2,00		
	PC4.4.8	1,00		
	PC4.4.9	1,00		
	PC4.4.10	2,00		
	PC4.4.11	2,00		
	PC4.4.12	2,00		
	PC4.4.13	2,00		
	PC4.4.14	2,00		
	PC4.4.15	2,00		
	PC4.4.16	2,00		
	PC4.4.17	2,00		

	PC4.4.18	2,00		
	PC4.4.19	2,00		
	PC4.4.20	1,00		
	PC4.4.21	2,00		
	PC4.4.22	2,00		
	PC4.4.23	1,00		
	PC4.4.24	2,00		
EC4.5	PC4.5.1	3,00	0,46	<b>0,054</b>
	PC4.5.2	2,00		
	PC4.5.3	0,00		
	PC4.5.4	3,00		
	PC4.5.5	2,00		
	PC4.5.6	1,00		
	PC4.5.7	2,00		
EC4.6	PC4.6.1	3,00	0,50	<b>0,056</b>
	PC4.6.2	2,00		
	PC4.6.3	2,00		
	PC4.6.4	2,00		
	PC4.6.5	2,00		
	PC4.6.6	2,00		
	PC4.6.7	1,00		
EC4.7	PC4.7.1	2,00	0,50	<b>0,059</b>
	PC4.7.2	3,00		
	PC4.7.3	2,00		
	PC4.7.4	1,00		
	PC4.7.5	2,00		
EC4.8	PC4.8.1	2,00	0,50	<b>0,053</b>
	PC4.8.2	2,00		
	PC4.8.3	2,00		
	PC4.8.4	2,00		
EC4.9	PC4.9.1	2,00	0,50	<b>0,047</b>
<b>Somatório</b>				<b>0,486</b>

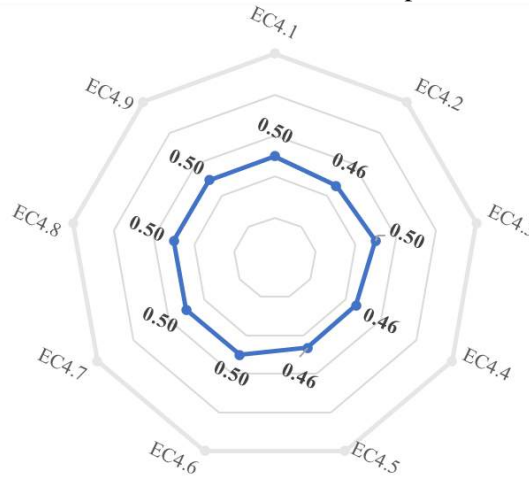
Fonte: Autora (2020).

A seguir, apresenta-se um exemplo da aplicação da equação 1 referente à EC4.7, para fins didáticos:

$$PC = \frac{(2,00 + 3,00 + 2,00 + 1,00 + 2,00)}{4 \times 5} = 0,50$$

Realizando essa mesma metodologia para as ECs restantes, foi possível construir um gráfico que facilita a visualização das médias relativas das notas atribuídas pelo representante da Empresa A (Figura 40).

**Figura 40.** Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa A



Fonte: Autora (2020)

A partir da utilização da equação 2, calculou-se a média ponderada que representa cada a etapa-chave, conforme o exemplo da EC4.7 demonstrado em:

$$EC = 0,50 \times 0,118 = 0,059$$

Em seguida, da aplicação da equação 3, obtém-se o resultado da maturidade da fase de projeto, conforme calculado em:

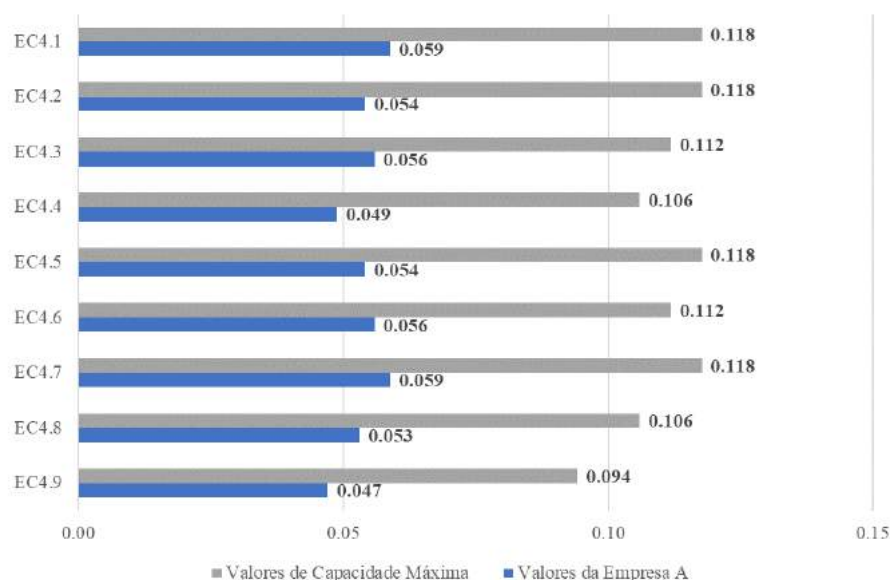
$$MFC = 0,059 + 0,054 + 0,056 + 0,049 + 0,054 + 0,056 + 0,059 + 0,053 + 0,047 = 0,486$$

Assim, como só está sendo avaliada apenas uma FC, o resultado obtido em termos percentuais é o nível de maturidade, que para a Empresa A foi de 49%, ou seja, a FC de projeto dessa empresa encontra-se no nível de Imaturo ( $25\% \leq M < 50\%$ ), quando as PCs são muito pouco utilizadas, mas já existe um despertar de consciência para sua aplicação, embora pouco frequente, conforme Figura 32.

A Figura 41, demonstra os valores referentes à capacidade máxima que poderiam ser obtidos após a aplicação dos pesos de cada EC e os valores obtidos na Empresa A. Desta

forma, com base na análise da amplitude, foi possível verificar que há a possibilidade de evolução da Empresa A em relação, principalmente, à EC 4.2 - Planejamento (preparação) e à EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção). Os resultados referentes às PCs de cada EC foram organizados no Apêndice E.

**Figura 41.** Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa A



Fonte: Autora (2020).

Esse mesmo procedimento de cálculo foi realizado para o restante das empresas analisadas. Assim, no Apêndice E podem ser observados gráficos da análise dos resultados por empresa, eu embasada as discussões aqui colocadas. Desta forma, a partir do Quadro 25 é possível observar o resumo de cálculo para a Empresa B.

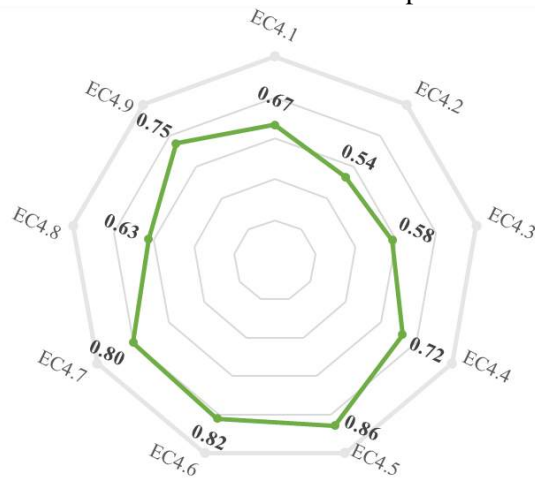
**Quadro 25.** Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa B

Etapas-chave	$\Sigma$ Notas Equivalentes da PC	Média Relativa	Média Relativa x Média Ponderada do Peso da EC
EC4.1	48	0,67	<b>0.078</b>
EC4.2	30	0,54	<b>0.063</b>
EC4.3	14	0,58	<b>0.065</b>
EC4.4	69	0,72	<b>0.076</b>
EC4.5	24	0,86	<b>0.101</b>
EC4.6	23	0,82	<b>0.092</b>
EC4.7	16	0,80	<b>0.094</b>
EC4.8	10	0,63	<b>0.066</b>
EC4.9	3	0,75	<b>0.071</b>
<b>Total</b>			<b>0,706</b>

Fonte: Autora (2020).

Com esses resultados, foi elaborado o gráfico das médias relativas das notas atribuídas pelo representante da Empresa B (Figura 42).

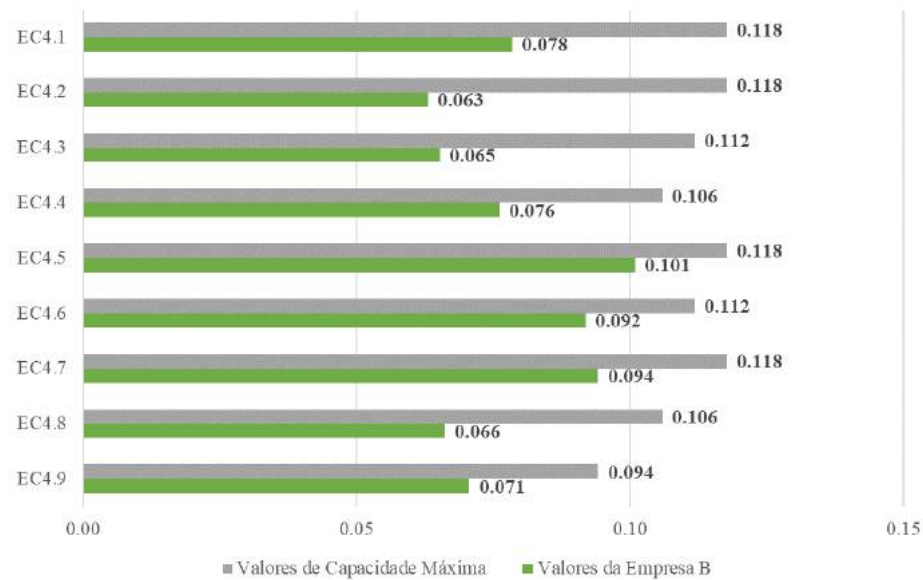
**Figura 42.** Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa B



Fonte: Autora (2020).

A partir da utilização da equação 2, calculou-se a média ponderada que representa cada a etapa-chave e, em seguida, da aplicação da equação 3, obteve-se o resultado de 0,71. Assim, analisando esse resultado termos percentuais, o nível de maturidade para a Empresa B foi de 71%, ou seja, a FC de projeto dessa empresa encontra-se no nível transição para maduro ( $75\% \leq M < 100\%$ ), as PCs já são utilizadas com sabedoria e de forma muito frequente, conforme Figura 32.

A Figura 43 demonstra os valores referentes à capacidade máxima que poderiam ser obtidos após a aplicação dos pesos de cada EC e os valores obtidos na Empresa B. Desta forma, com base na análise da amplitude, foi possível verificar que há a possibilidade de evolução da Empresa B em relação, principalmente, à EC 4.2 - Planejamento (preparação). A EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção) foi a que obteve a menor amplitude. Os resultados referentes às PCs de cada EC foram organizados no Apêndice E.

**Figura 43.** Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa B

Fonte: Autora (2020).

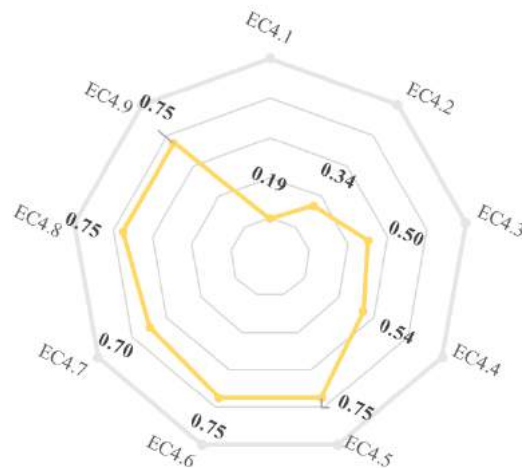
No Quadro 26 é possível observar o resumo de cálculo para a Empresa C.

**Quadro 26.** Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa C

Etapas-chave	$\Sigma$ Notas Equivalentes da PC	Média Relativa	Média Relativa x Média Ponderada do Peso da EC
EC4.1	14	0,19	<b>0,023</b>
EC4.2	19	0,34	<b>0,040</b>
EC4.3	12	0,50	<b>0,056</b>
EC4.4	52	0,54	<b>0,057</b>
EC4.5	21	0,75	<b>0,088</b>
EC4.6	21	0,75	<b>0,084</b>
EC4.7	14	0,70	<b>0,082</b>
EC4.8	12	0,75	<b>0,079</b>
EC4.9	3	0,75	<b>0,071</b>
<b>Total</b>			<b>0,580</b>

Fonte: Autora (2020).

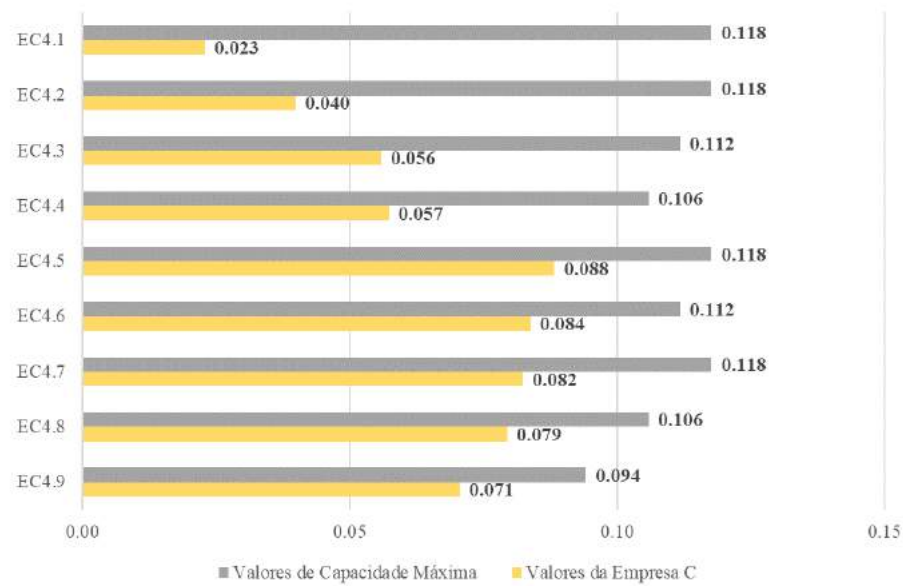
Com esses resultados, foi elaborado o gráfico das médias relativas das notas atribuídas pelo representante da Empresa C (Figura 44).

**Figura 44.** Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa C

Fonte: Autora (2020)

A partir da utilização da equação 2, calculou-se a média ponderada que representa cada etapa-chave e, em seguida, da aplicação da equação 3, obteve-se o resultado de 0,58. Assim, analisando esse resultado em termos percentuais, o nível de maturidade para a Empresa C foi de 58%, ou seja, a FC de projeto dessa empresa encontra-se no nível transição para maduro ( $50\% \leq M < 75\%$ ), quando já existe um esclarecimento maior e uma utilização frequente das PCs, conforme Figura 32.

A Figura 45 demonstra os valores referentes à capacidade máxima que poderiam ser obtidos após a aplicação dos pesos de cada EC e os valores obtidos na Empresa C. Desta forma, foi possível verificar que há a possibilidade de evolução da Empresa C em relação, principalmente, à EC 4.1 - Planejamento estratégico. Além disso, observa-se que a empresa apresentou menor amplitude nas ECs finais do processo de projeto. Os resultados referentes às PCs de cada EC foram organizados no Apêndice E.

**Figura 45.** Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa C

Fonte: Autora (2020).

Quadro 27 é possível observar o resumo de cálculo para a Empresa D.

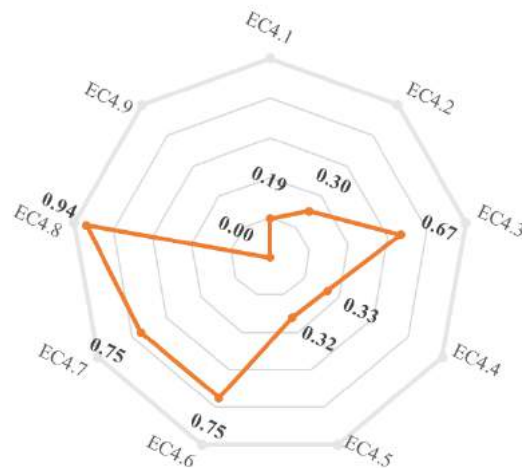
**Quadro 27.** Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa D

<b>Etapas-chave</b>	<b><math>\Sigma</math> Notas Equivalentes da PC</b>	<b>Média Relativa</b>	<b>Média Relativa x Média Ponderada do Peso da EC</b>
EC4.1	14	0,19	<b>0,023</b>
EC4.2	19	0,30	<b>0,036</b>
EC4.3	12	0,67	<b>0,075</b>
EC4.4	52	0,33	<b>0,035</b>
EC4.5	21	0,32	<b>0,038</b>
EC4.6	21	0,75	<b>0,084</b>
EC4.7	14	0,75	<b>0,088</b>
EC4.8	12	0,94	<b>0,099</b>
EC4.9	3	0,00	<b>0,000</b>
<b>Total</b>			<b>0,478</b>

Fonte: Autora (2020).

Com esses resultados, foi elaborado o gráfico das médias relativas das notas atribuídas pelo representante da Empresa D (Figura 46).

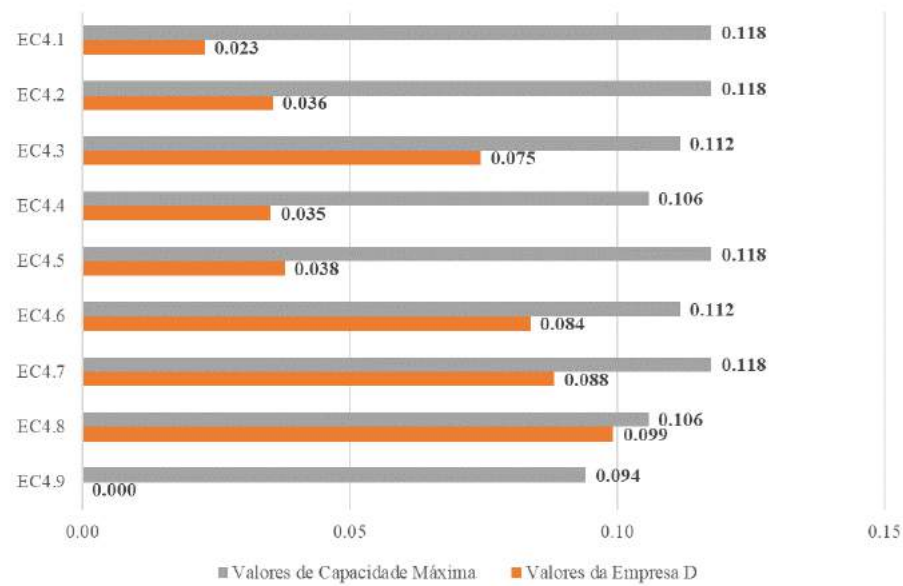


**Figura 46.** Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa D

Fonte: Autora (2020).

A partir da utilização da equação 2, calculou-se a média ponderada que representa cada etapa-chave e, em seguida, da aplicação da equação 3, obteve-se o resultado de 0,48. Assim, analisando esse resultado em termos percentuais, o nível de maturidade para a Empresa D foi de 48%, ou seja, a FC de projeto dessa empresa encontra-se no nível Imaturo ( $25\% \leq M < 50\%$ ), quando as PCs são muito pouco utilizadas, mas já existe um despertar de consciência para sua aplicação, embora pouco frequente, conforme Figura 32.

A Figura 47 demonstra os valores atinentes à capacidade máxima que poderiam ser obtidos após a aplicação dos pesos de cada EC e os valores obtidos na Empresa D. Desta forma, foi possível verificar que há a possibilidade de evolução da Empresa C em relação, principalmente, à EC 4.1 - Planejamento estratégico. Além disso, observa-se que a empresa teve menor amplitude na EC4.8 - Uso, operação e manutenção e avaliação pós-ocupação. Os resultados referentes às PCs de cada EC foram organizados no Apêndice E.

**Figura 47.** Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa D

Fonte: Autora (2020).

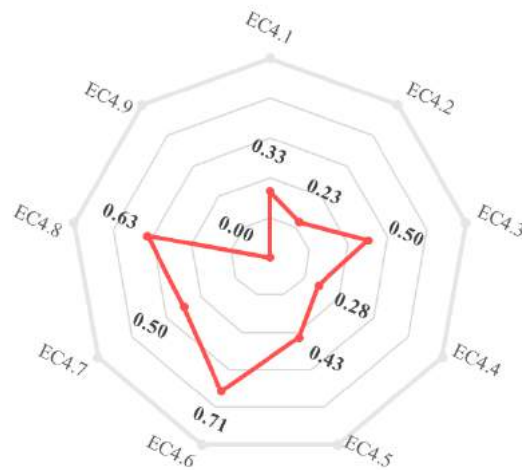
No Quadro 28 é possível observar o resumo de cálculo para a Empresa E.

**Quadro 28.** Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa E

Etapas-chave	$\Sigma$ Notas Equivalentes da PC	Média Relativa	Média Relativa x Média Ponderada do Peso da EC
EC4.1	14	0,33	<b>0,039</b>
EC4.2	19	0,23	<b>0,027</b>
EC4.3	12	0,50	<b>0,056</b>
EC4.4	52	0,28	<b>0,030</b>
EC4.5	21	0,43	<b>0,050</b>
EC4.6	21	0,71	<b>0,080</b>
EC4.7	14	0,50	<b>0,059</b>
EC4.8	12	0,63	<b>0,066</b>
EC4.9	3	0,00	<b>0,000</b>
<b>Total</b>			<b>0,407</b>

Fonte: Autora (2020).

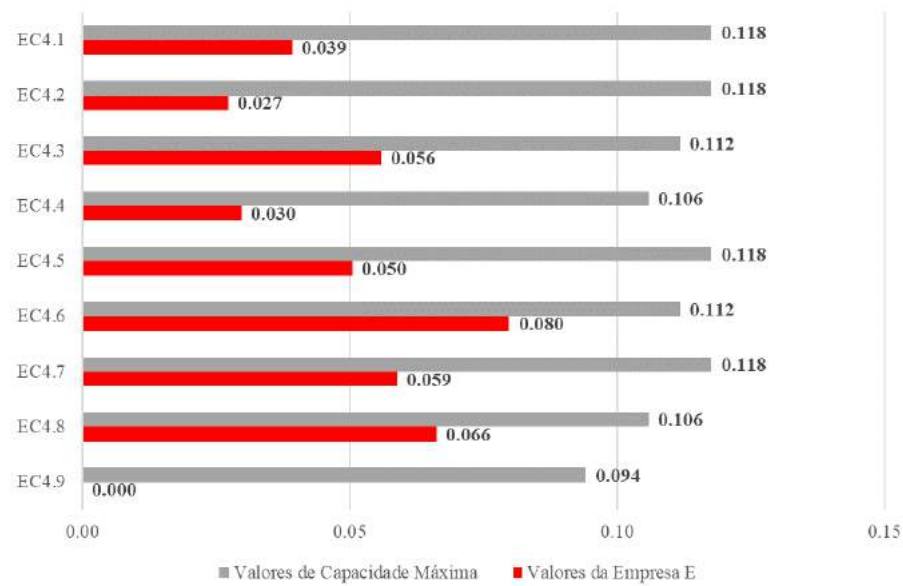
Com esses resultados, foi elaborado o gráfico das médias relativas das notas atribuídas pelo representante da Empresa E (Figura 48).

**Figura 48.** Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa E

Fonte: Autora (2020).

A partir da utilização da equação 2, calculou-se a média ponderada que representa cada etapa-chave e, em seguida, da aplicação da equação 3, obteve-se o resultado de 0,41. Assim, analisando esse resultado em termos percentuais, o nível de maturidade para a Empresa E foi de 41%, ou seja, a FC de projeto dessa empresa encontra-se no nível imaturo ( $25\% \leq M < 50\%$ ), quando as PCs são muito pouco utilizadas, mas já existe um despertar de consciência para sua aplicação, conforme Figura 32.

A Figura 49 demonstra os valores referentes à capacidade máxima que poderiam ser obtidos após a aplicação dos pesos de cada EC e os valores obtidos na Empresa E. Desta forma, foi possível verificar que há a possibilidade de evolução da Empresa E em relação, principalmente, à EC 4.9 - Reforma, *Retrofit* ou Desconstrução. Além disso, observou-se que a empresa apresentou menor amplitude na EC 4.6 - Entrega final do projeto. Os resultados referentes às PCs de cada EC foram organizados no Apêndice E.

**Figura 49.** Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa E

Fonte: Autora (2020).

No Quadro 29 é possível observar o resumo de cálculo para a Empresa F.

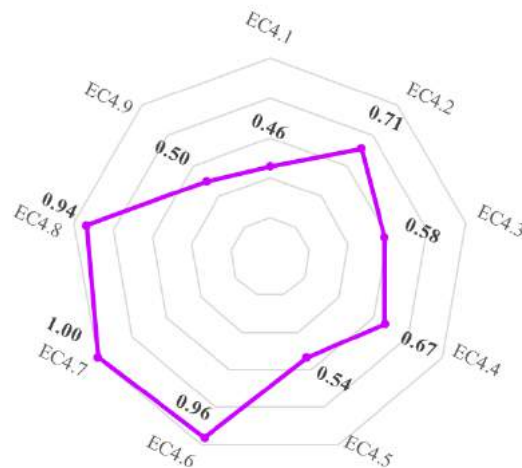
**Quadro 29.** Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa F

Etapas-chave	$\Sigma$ Notas Equivalentes da PC	Média Relativa	Média Relativa x Média Ponderada do Peso da EC
EC4.1	14	0,46	<b>0,054</b>
EC4.2	19	0,71	<b>0,084</b>
EC4.3	12	0,58	<b>0,065</b>
EC4.4	52	0,67	<b>0,071</b>
EC4.5	21	0,54	<b>0,063</b>
EC4.6	21	0,96	<b>0,108</b>
EC4.7	14	1,00	<b>0,118</b>
EC4.8	12	0,94	<b>0,099</b>
EC4.9	3	0,50	<b>0,047</b>
<b>Total</b>			<b>0,709</b>

Fonte: Autora (2020).

Com esses resultados, foi elaborado o gráfico das médias relativas das notas atribuídas pelo representante da Empresa F (Figura 50).

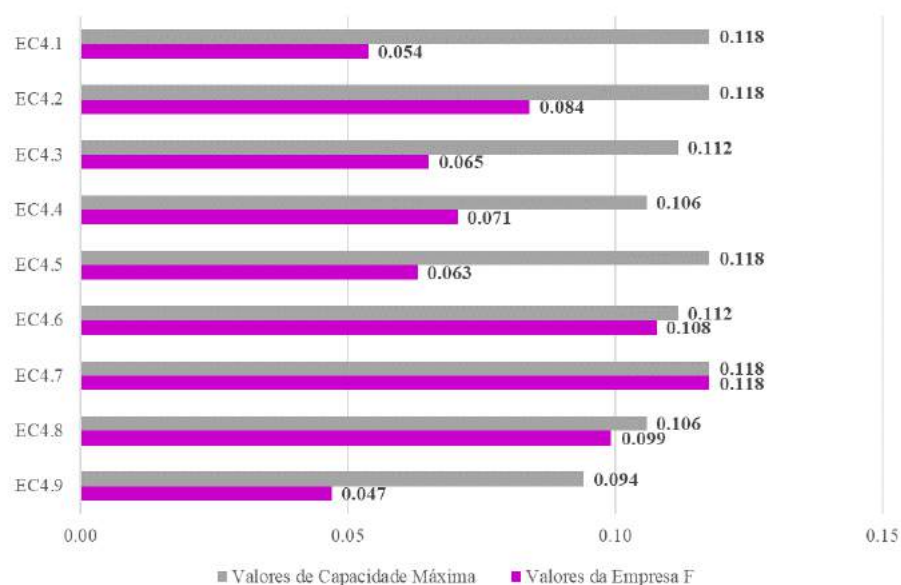
**Figura 50.** Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa F



Fonte: Autora (2020).

A partir da utilização da equação 2, calculou-se a média ponderada que representa cada etapa-chave e, em seguida, da aplicação da equação 3, obtendo-se o resultado de 0,71. Assim, analisando esse resultado em termos percentuais, o nível de maturidade para a Empresa F foi de 71%, ou seja, a FC de projeto dessa empresa encontra-se no nível transição para maduro ( $75\% \leq M < 100\%$ ), as PCs já são utilizadas com sabedoria e de forma muito frequente, conforme Figura 32.

A Figura 51 demonstra os valores referentes à capacidade máxima que poderiam ser obtidos após a aplicação dos pesos de cada EC e os valores obtidos na Empresa F. Desta forma, foi possível verificar que há a possibilidade de evolução da Empresa F em relação, principalmente, à EC 4.1 - Planejamento estratégico. Observou-se também que a empresa apresentou menor amplitude na EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra / Elaboração do *as built*. Os resultados referentes às PCs de cada EC foram organizados no Apêndice E.

**Figura 51.** Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa F

Fonte: Autora (2020).

No Quadro 30 é possível observar o resumo de cálculo para a Empresa G.

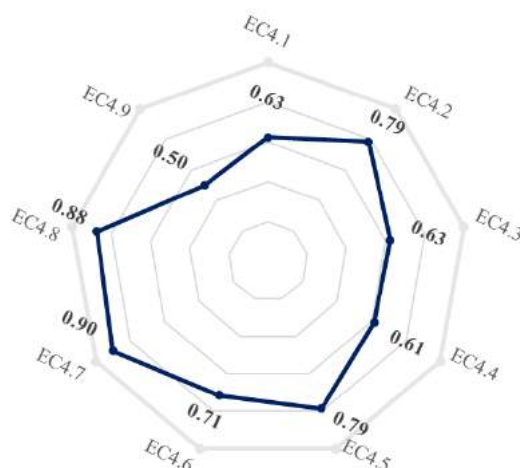
**Quadro 30.** Resumo de cálculo com base nas notas das PC – Empresa G

Etapas-chave	$\Sigma$ Notas Equivalentes da PC	Média Relativa	Média Relativa x Média Ponderada do Peso da EC
EC4.1	14	0,63	<b>0,074</b>
EC4.2	19	0,79	<b>0,092</b>
EC4.3	12	0,63	<b>0,070</b>
EC4.4	52	0,61	<b>0,065</b>
EC4.5	21	0,79	<b>0,092</b>
EC4.6	21	0,71	<b>0,080</b>
EC4.7	14	0,90	<b>0,106</b>
EC4.8	12	0,88	<b>0,093</b>
EC4.9	3	0,50	<b>0,047</b>
<b>Total</b>			<b>0,719</b>

Fonte: Autora (2020).

Com esses resultados, foi elaborado o gráfico das médias relativas das notas atribuídas pelo representante da Empresa G (Figura 52).

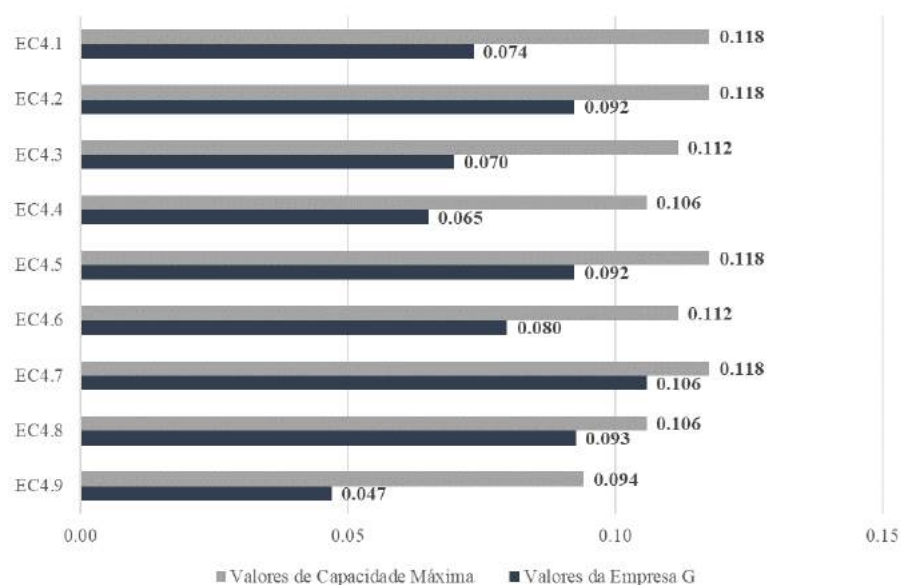
**Figura 52.** Gráfico com os resultados das etapas-chave – Empresa G



Fonte: Autora (2020)

A partir da utilização da equação 2, calculou-se a média ponderada que representa cada etapa-chave e, em seguida, da aplicação da equação 3, obteve-se o resultado de 0,72. Assim, analisando esse resultado em termos percentuais, o nível de maturidade para a Empresa G foi de 72%, ou seja, a FC de projeto dessa empresa encontra-se no nível transição para maduro ( $75\% \leq M < 100\%$ ), as PCs já são utilizadas com sabedoria e de forma muito frequente, conforme Figura 32.

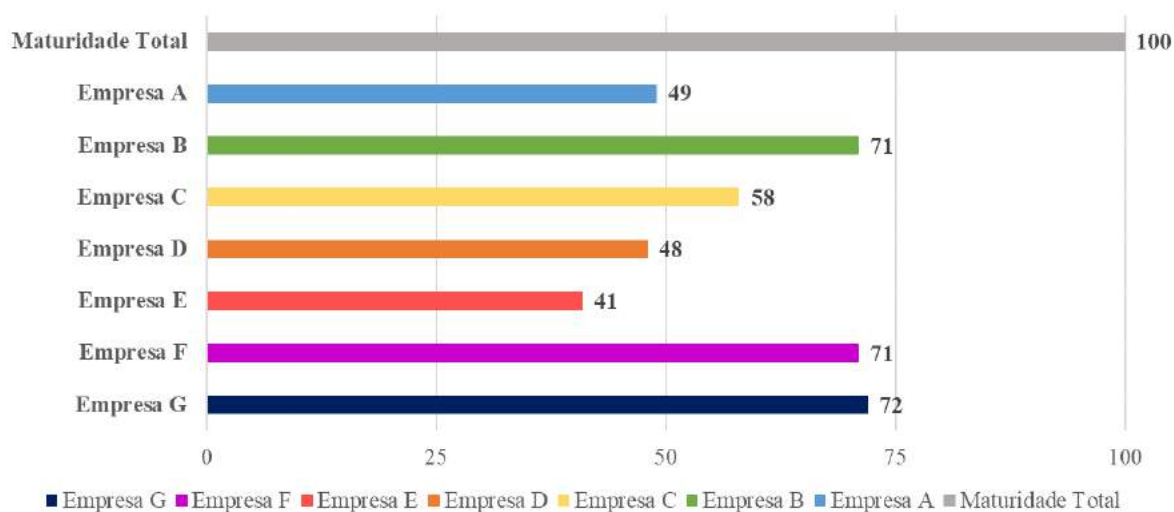
A Figura 53 demonstra os valores máximos que poderiam ser obtidos após a aplicação dos pesos de cada EC e os valores obtidos na Empresa G. Desta forma, foi possível verificar que há a possibilidade de evolução da Empresa G em relação, principalmente, à EC 4.1 - Planejamento estratégico. Além disso, percebeu-se que a empresa apresentou menor amplitude na EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra / Elaboração do *as built*. Os resultados referentes às PCs de cada EC foram organizados no Apêndice E.

**Figura 53.** Gráfico dos valores de capacidade máxima versus valores da Empresa G

Fonte: Autora (2020).

#### 4.2.2 Análise comparativa entre as empresas

De forma geral, 57,14% das empresas se encontram no nível de maturidade de transição para maduro, sendo a Empresa G a que possui maior índice, de 72%, seguido das Empresas B e F, com 71% (Figura 54). Já as Empresas E e D, foram as que obtiveram menores índices, sendo, respectivamente, de 41% e 48%, seguido da Empresa A que foi de 49%.

**Figura 54.** Gráfico comparativo do nível de maturidade

Fonte: Autora (2020).

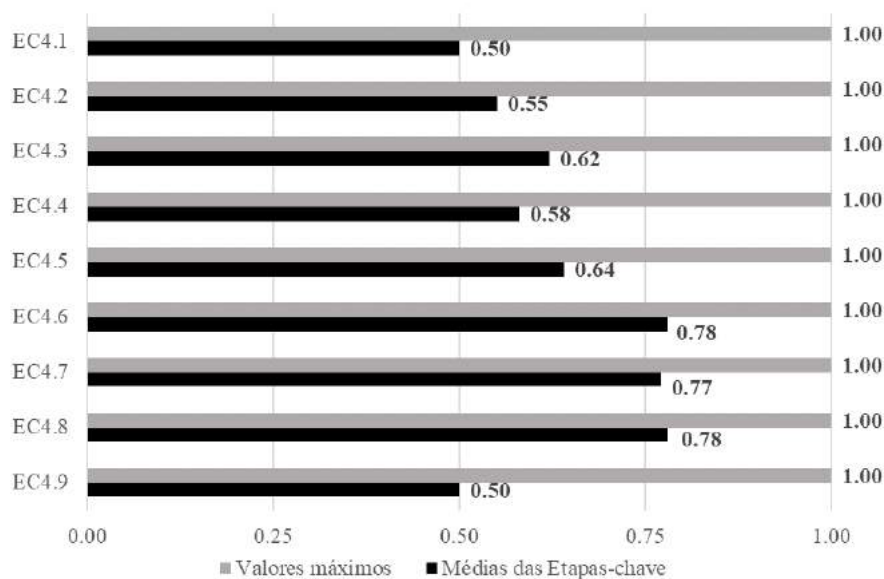


Analisando as informações coletadas na seção 4.2.1 em conjunto com o grau de maturidade obtido, observou-se que a Empresa G foi a única que dispõe dos cinco fatores organizacionais abordados (Quadro 21). Porém, como seu grau de maturidade ficou muito próximo do grau das Empresas B e F e ambas atenderam a 3 e 2 fatores respectivamente, nesta pesquisa não foi possível determinar se existe alguma relação. Porém, é importante observar esses fatores, pois segundo Bolpagni, Burdi e Ciribini (2017), o ambiente influencia na forma como a organização adquire os projetos e define requisitos.

Nesta pesquisa não se pode perceber se existe alguma relação entre o grau de maturidade e como os projetos e manuais são desenvolvidos, ou seja, se foram terceirizados ou não, pois empresas que utilizam as mesmas formas, como as Empresas D e F, obtiveram grau maturidade cuja amplitude equivale a aproximadamente um nível de 25% e as que obtiveram maior grau de maturidade utilizam formas diferentes, como a Empresa B e a Empresa F.

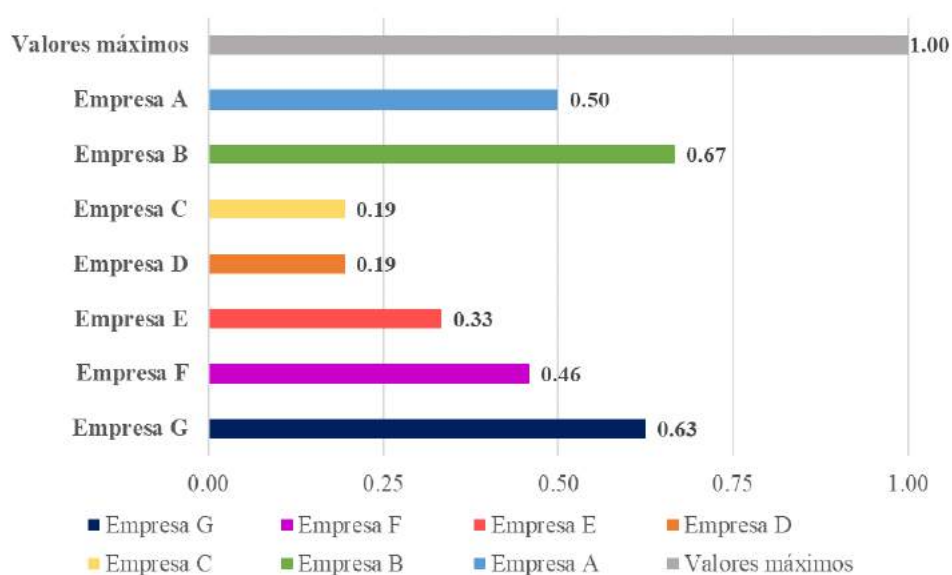
Comparando as médias resultantes entre as ECs (Figura 55), aquelas que obtiveram os menores índices foram a de planejamento estratégico (EC4.1) e de reforma, *retrofit* ou desconstrução (EC4.9) com 0,50. Já as que atingiram os maiores índices, a de entrega final do projeto (EC4.6) e de uso, operação e manutenção e avaliação pós-ocupação (EC4.8) com 0,78. Pelos resultados apresentados no gráfico, é possível concluir que, com exceção da EC4.9, as ECs iniciais, que segundo Hammarlud e Josephson (1992 *apud* Melhado, 1994, p.70) contribuem para uma maior redução de custo no processo, apresentaram os menores índices de maturidade.

Em outras palavras, as empresas demonstraram enfatizar práticas nas etapas finais do processo, justamente onde as alterações e interferências de projeto causam um maior impacto no custo do empreendimento. Santos, Starley e Andrew (2015), por exemplo, identificaram em seu estudo que a “falta de compatibilização dos projetos” e “falhas em projetos ou projetistas inexperientes” foram, respectivamente, uma das cinco principais causas de atrasos e aumento de custo em obras públicas.

**Figura 55.** Gráfico comparativo referente às médias das etapas-chaves

Fonte: Autora (2020).

Ao analisar a etapa de planejamento estratégico (EC4.1), percebeu-se que as empresas B e G se destacaram com os maiores resultados e as empresas C e D, com os menores resultados (Figura 56). É importante ressaltar que as PCs dessa etapa consistem em diretrizes estratégicas que delineiam toda a fase de projeto para qualquer tipo de empreendimento e que está muito relacionada com a forma com que a empresa se organiza.

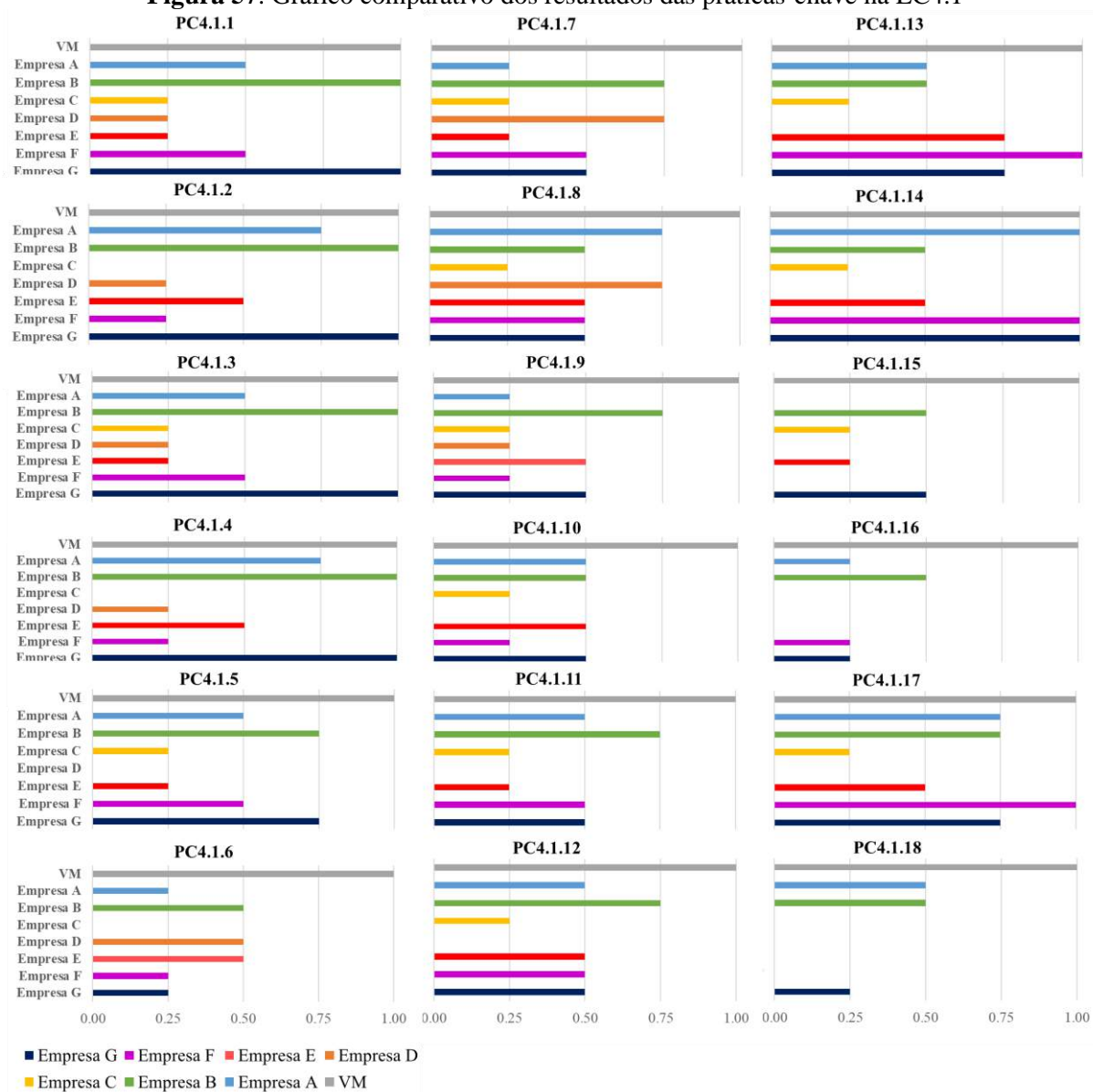
**Figura 56.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.1

Fonte: Autora (2020).

Com base na Figura 57 é possível verificar as notas relativas referente à cada prática-chave entre todas as empresas participantes. Pode-se perceber que a PC4.1.16 e a PC4.1.18, foram as que apresentaram menores resultados entre as empresas. A primeira prática está relacionada com a definição das diretrizes de modelagem, protocolos de colaboração e intercâmbio de dados, incluindo controle de acesso, e a segunda, com a definição de um conjunto de *templates* e famílias paramétricas a serem utilizados pelos projetistas. Ambas estão relacionadas com a adoção e utilização da metodologia BIM.

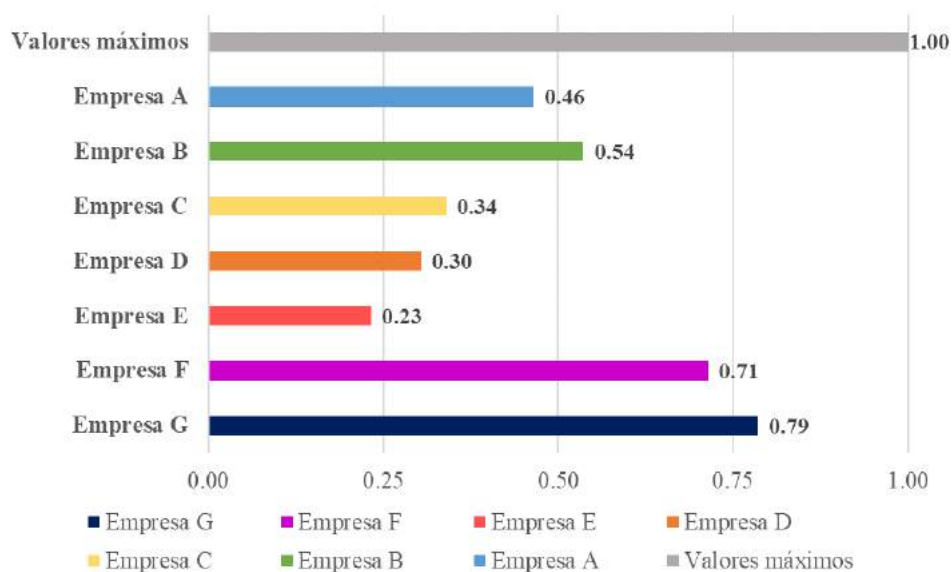
Segundo Saieg *et al.* (2018), a utilização dessa metodologia auxilia na transformação dos processos de projeto e construção do setor, melhorando a qualidade do projeto e reduzindo retrabalhos. Entretanto, observou-se que apenas 28,57% (2) das empresas afirmaram ter iniciado o processo de implantação do BIM e dos 71,43% (5) que não iniciaram, 40% (3) pretendem iniciar em menos de um ano, o que faz sentido, pois as práticas-chaves relacionadas ao BIM obtiveram, no geral, as menores notas.

Em contrapartida, a PC4.1.8 que aborda se em cada fase do projeto são utilizados mecanismos de controle para monitoramento do projeto, foi a que teve o resultado mais equilibrado entre as empresas. A utilização de mecanismos de controle auxilia na verificação de todo o processo de projeto e contribuem para a redução de perdas e maximizam a qualidade da execução dos serviços. Isso está intrinsicamente relacionado aos princípios *Green* e *Lean*, que buscam minimizar o consumo de recursos e reduzir as atividades que não agregam valor, por exemplo.

**Figura 57.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.1

Fonte: Autora (2020).

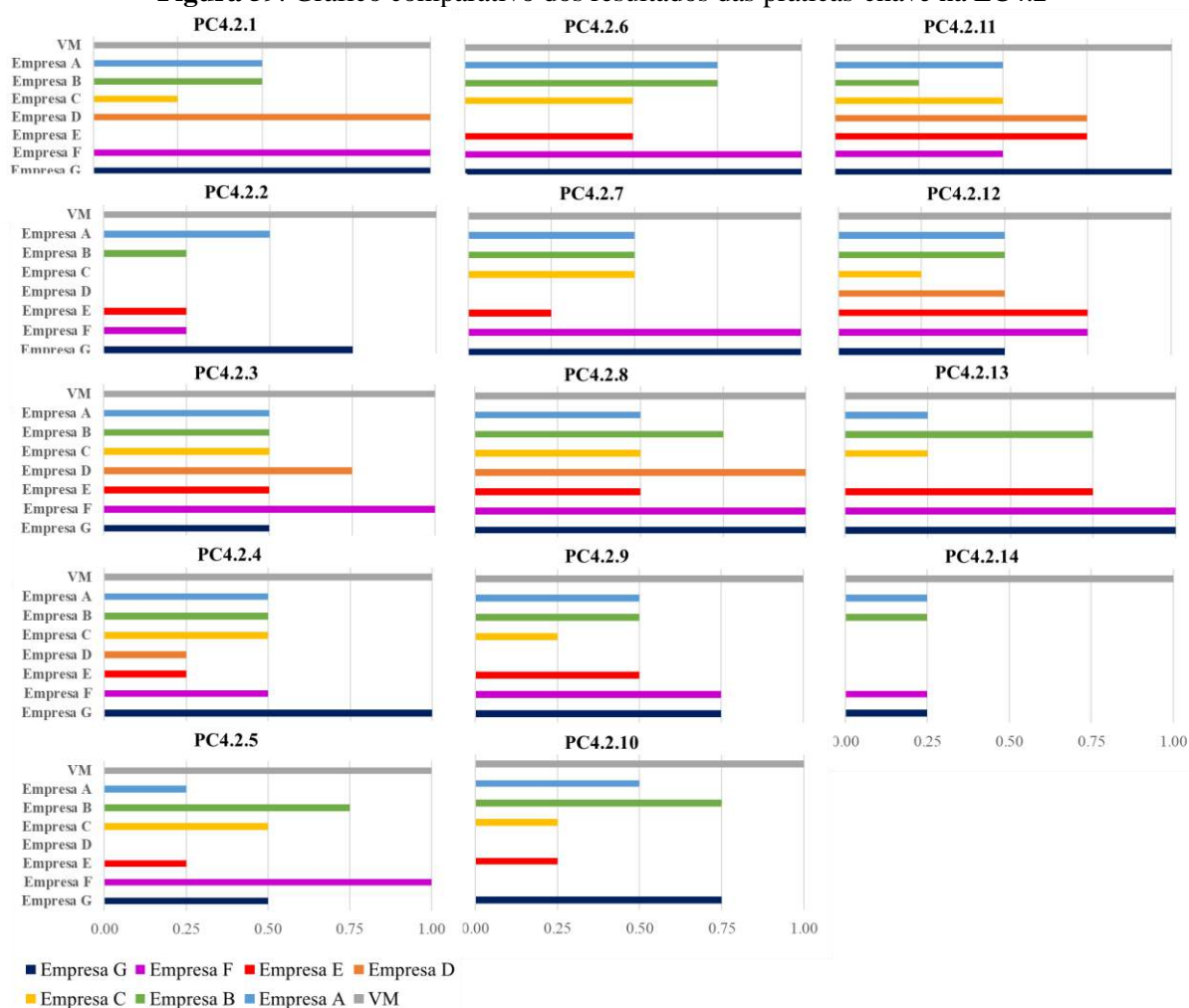
Com relação à etapa de planejamento (preparação) (EC4.2), as Empresas G e F se destacaram com os maiores resultados e as Empresas E e D, com os menores resultados (Figura 58).

**Figura 58.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.2

Fonte: Autora (2020).

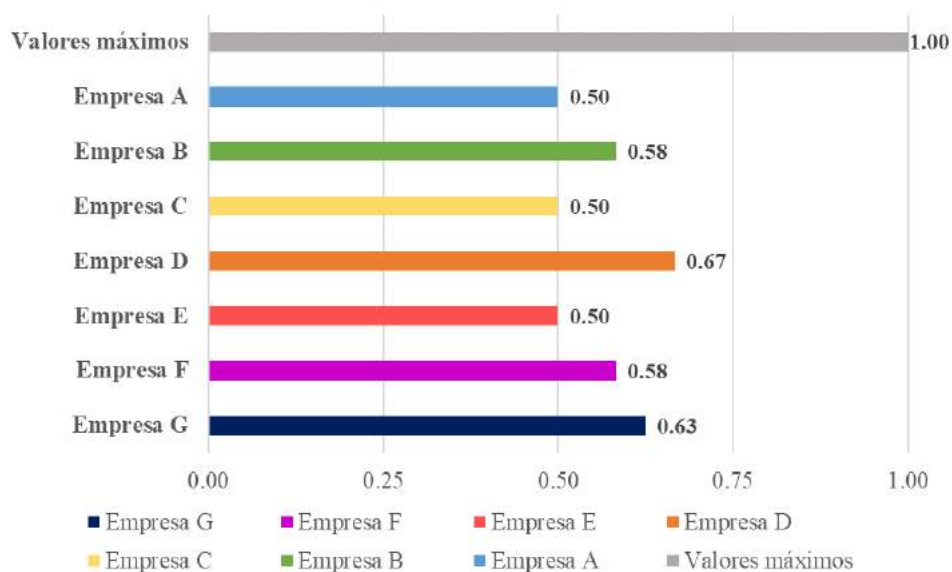
Analisando as práticas-chaves dessa etapa (Figura 59), percebe-se que a PC4.2.14, que aborda se as empresas avaliam a interoperabilidade (toca de dados em IFC) entre os *softwares* utilizados pelos projetistas, foi a que apresentou menores resultado em termos gerais. Isso implica que a maioria das empresas ainda não iniciou ou estão no início do processo de implantação do BIM, o que se pode observar pelos resultados obtidos na primeira parte do Questionário B (Seção c) em que 28,57% (2) das empresas afirmaram ter iniciado o processo de implantação do BIM e dos 71,43% (5) que não iniciaram, 40% (3) pretendem iniciar em menos de um ano.

Já a PC4.2.8, que aborda a realização do estudo de viabilidade técnica, construtiva, econômica e comercial, foi a que apresentou maior resultado entre as empresas. Essa é uma das principais atividades para verificar se vale a pena o investimento, pois uma decisão importante que pode evitar interrupção dos trabalhos em estágios mais avançados dos processos, seja por falta de recursos financeiros, seja por falta de material, mão de obra qualificada, dentre outros.

**Figura 59.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.2

Fonte: Autora (2020).

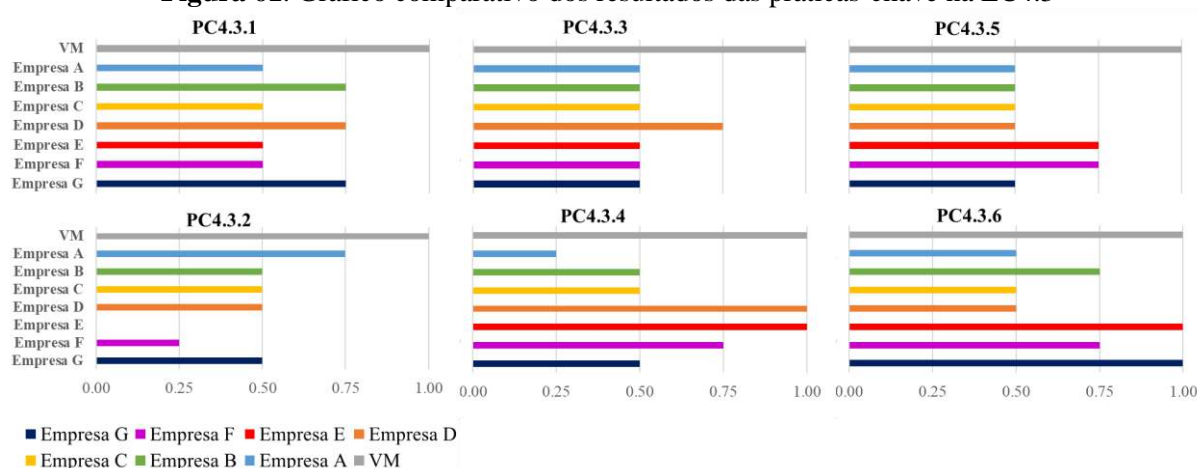
Ao analisar a etapa de concepção (estudo preliminar) (EC4.3), percebeu-se que as Empresas D e G se destacaram com os maiores resultados e as empresas A, E e D, com os menores resultados (Figura 60).

**Figura 60.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.3

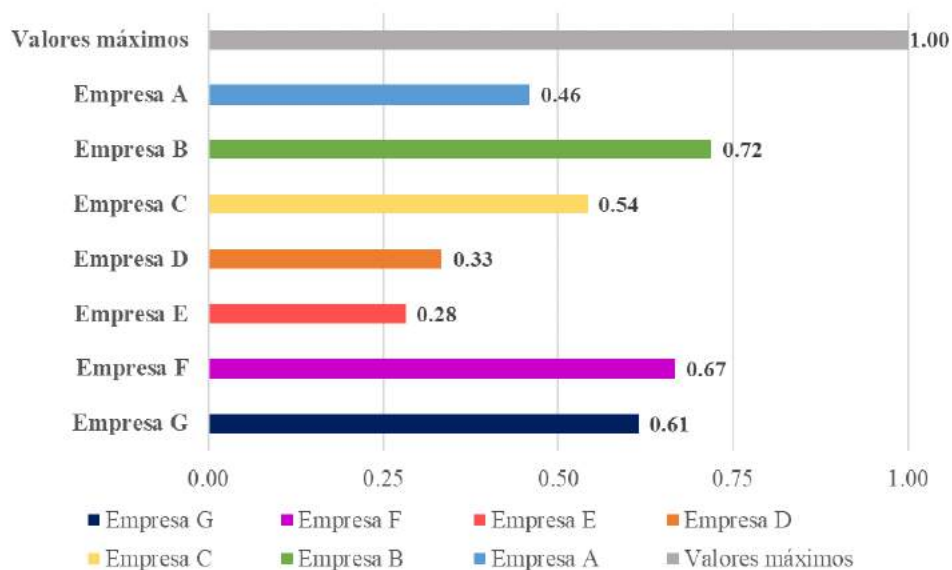
Fonte: Autora (2020).

Com relação às práticas-chave dessa etapa (Figura 61), a PC4.3.2, que aborda se a empresa define, desenha e coordena o fluxo de informações e de trabalho entre os agentes envolvidos (padrões e procedimentos para a geração e troca de informações, elabora manuais com diretrizes e soluções padronizadas de projeto), foi a que apresentou menores resultados. Porém, ressalta-se que é importante o gerenciamento desses fluxos de informações, pois além de auxiliar em tomadas de decisão, evitam atividades desnecessárias e desperdícios. Nessa perspectiva, pode-se perceber uma relação dessa PC com os conceitos do *Green*, *Lean* e *BIM*.

Em contrapartida, a PC4.3.6 foi a que apresentou maior resultado entre as empresas. Essa prática aborda se a empresa elabora o estudo preliminar dos projetos de arquitetura, estrutura e complementares. O estudo preliminar é uma das atividades iniciais do processo de projeto, em que são realizados vários estudos para definir uma opção que consiga atender à finalidade do projeto que consistem em atender às necessidades do cliente. Uma forma de atender às necessidades do cliente é inserir premissas do *Green*, *Lean* e do *BIM* já na fase de projeto.

**Figura 61.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.3

Ao analisar a etapa de definição e documentação legal (anteprojeto e projeto legal) (EC4.4), percebeu-se que as Empresas B e F se destacaram com os maiores resultados e as empresas E e D, com os menores resultados (Figura 62).

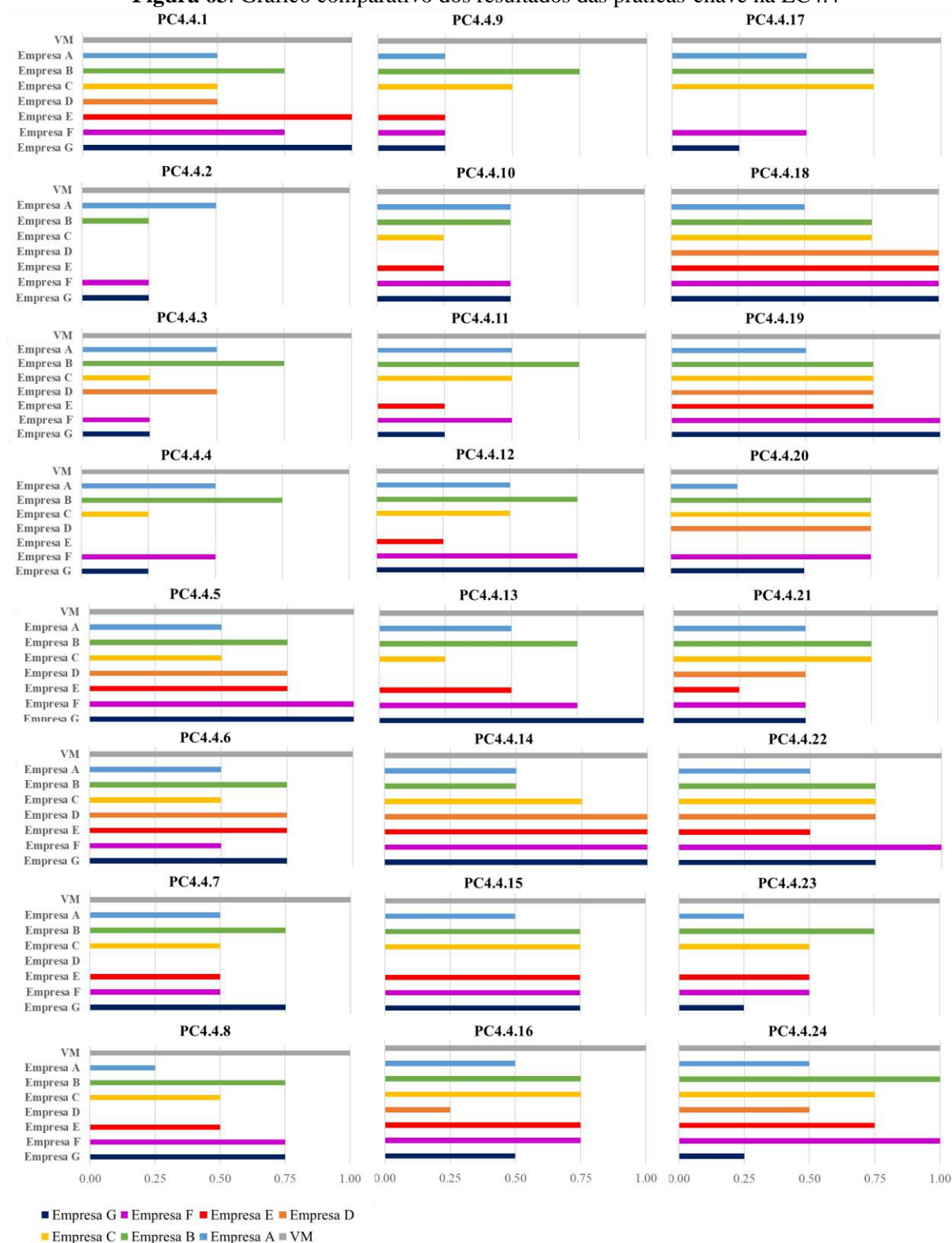
**Figura 62.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.4

Com relação às práticas-chave dessa etapa (Figura 63), a PC4.4.2 que trata da realização de uma avaliação formal da energia operacional da edificação e suas implicações na emissão de CO<sub>2</sub>, foi a que apresentou menor resultado entre as empresas. Essa prática está relacionada com a necessidade de analisar o ciclo de vida do empreendimento, ou seja, de



avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados à edificação principalmente os associados à fase de uso e operação.

**Figura 63.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.4

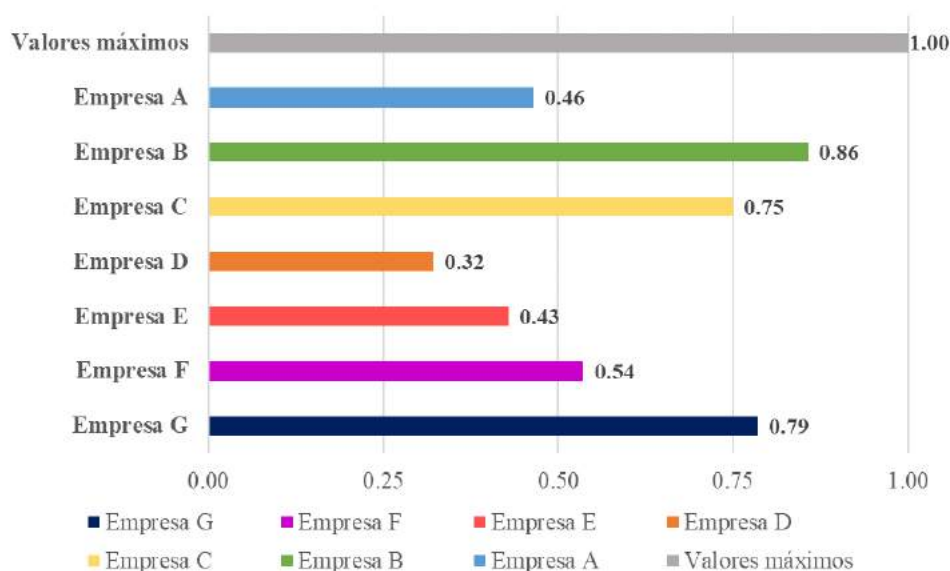


Fonte: Autora (2020).

Já a PC4.4.18, que aborda a realização da conferência de documentação legal e sua aprovação de projetos, foi a que teve maior resultado. Esse é um dado esperado, pois as empresas precisam realizar a aprovação dos projetos legais na prefeitura. É importante observar que ao perguntar qual das etapas é despendido um maior tempo de dedicação do projeto, a de definição e documentação legal (anteprojeto e projeto legal) foi a que apresentou maior percentual (57,14%). A realização das conferências evita que haja erros nos projetos em suas etapas iniciais, minimizando e ou eliminando perdas durante as próximas etapas.

Ao analisar a etapa de desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção) (EC4.5), percebeu-se que as Empresas B e G se destacaram com os maiores resultados e as empresas D e E, com os menores resultados (Figura 64).

**Figura 64.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.5

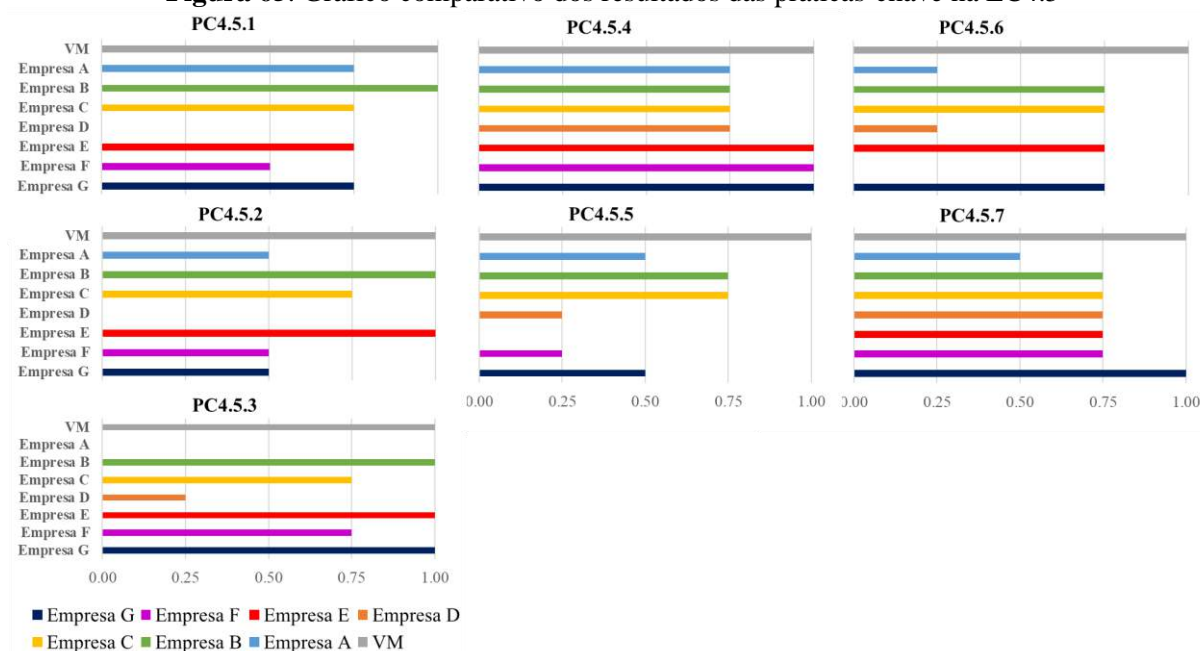


Fonte: Autora (2020).

Na Figura 65 foram apresentadas as notas das etapas-chaves. A partir dela pode-se perceber que a PC4.5.5 foi a que apresentou menores resultados entre as empresas. Essa prática está relacionada com a verificação automatizada dos projetos para análise de interferências que é realizada quando a empresa utiliza *softwares* BIM. Porém, como já verificado em práticas das etapas anteriores, observou-se que a maioria das empresas ainda não implantaram o BIM. A utilização deste tipo de ferramenta auxilia na antecipação de problemas antes da execução e, conseqüentemente, contribui para a redução de retrabalhos e desperdícios, relacionando-se assim com a sinergia dos três conceitos abordados.

A prática que teve menor resultado foi a PC4.5.4, que aborda a realização da verificação de todos os documentos gerados pelos projetistas e especialistas. O que diferencia essa prática, da PC4.5.5, é a forma como é executada e o que é analisado, porém ambas possuem objetivos em comuns. É importante destacar que, a depender do tipo de projeto, existem documentos que não são representações gráficas, como memoriais descritivos, memória de cálculo, memorial de especificações, dentre outros, entretanto todos devem ser analisados e verificados para que sejam atendidas as necessidades dos clientes, sejam eles internos (dentro da própria empresa) ou externos (futuros compradores ou usuários).

**Figura 65.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.5



Fonte: Autora (2020).

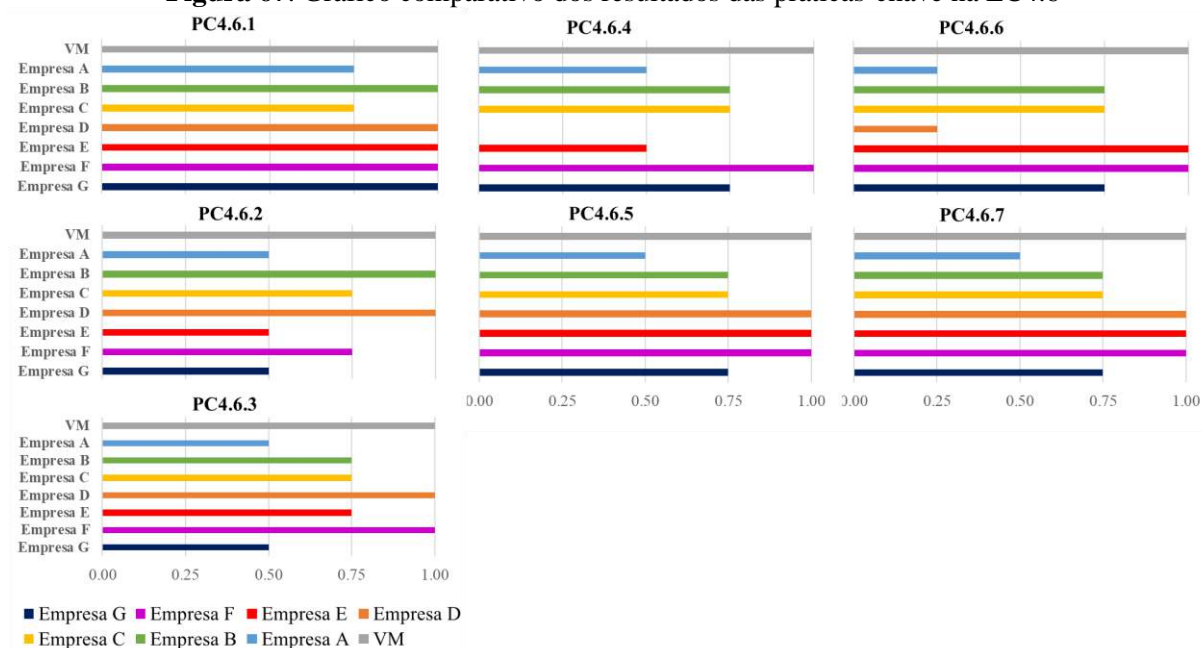
Ao analisar a etapa de entrega final do projeto (EC4.6), percebeu-se que as Empresas F e B se destacaram com os maiores resultados e as empresas A, E e G, com os menores resultados (Figura 66).

**Figura 66.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.6

Fonte: Autora (2020).

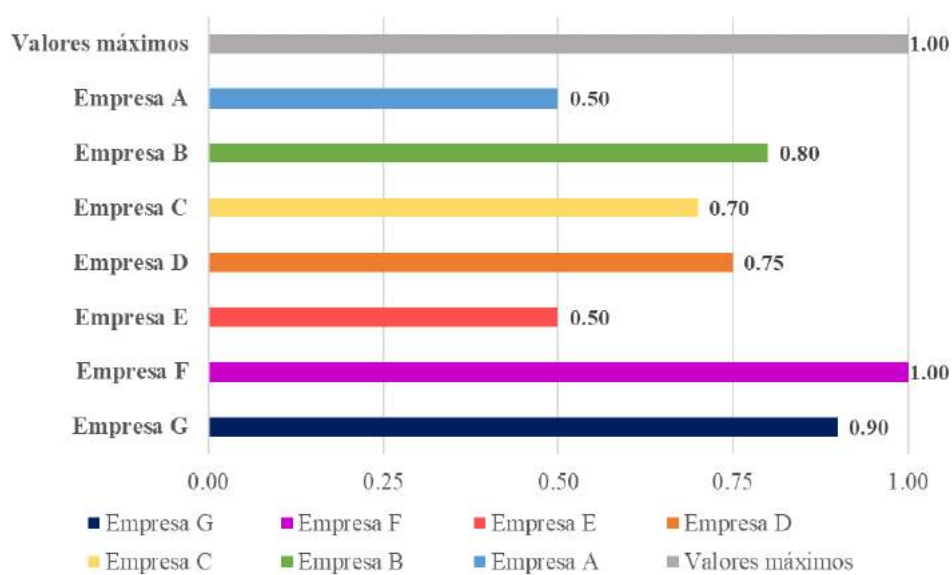
A partir da Figura 67, pode-se perceber que a prática PC4.6.4 foi a que apresentou menores resultados. Essa prática refere-se à apresentação e disponibilização dos quantitativos e considerações adotadas de cada projeto, que são importantes para que o orçamentista e o setor de compras da empresa entendam o que foi considerado no projeto. Isso aumenta a transparência do processo e contribui para que os orçamentos e as compras realizadas sejam mais assertivos. Embora o BIM, não esteja explicitado nessa prática, a sua utilização tanto para extração de quantitativos quanto para uma apresentação visual torna o processo mais prático e claro.

Dentre a prática com maior resultado, a PC4.6.1, que aborda a realização da avaliação do desempenho dos serviços de projeto contratados, foi a que se destacou. A utilização de parâmetros de desempenho contribuiu para verificação e comparação os serviços, mostrando quais os pontos fortes e fracos. Esse alinhamento entre empresas e parceiros contribui para a melhoria contínua dos processos, aspectos importantes principalmente relacionados com o *Lean*, porém com resultados práticos que podem atender aos princípios do *Green*.

**Figura 67.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.6

Fonte: Autora (2020).

Ao analisar a etapa de acompanhamento técnico da obra e elaboração do *as built* (EC4.7), percebeu-se que as Empresas F e G se destacaram com os maiores resultados e as empresas E e A, com os menores resultados (Figura 68).

**Figura 68.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.7

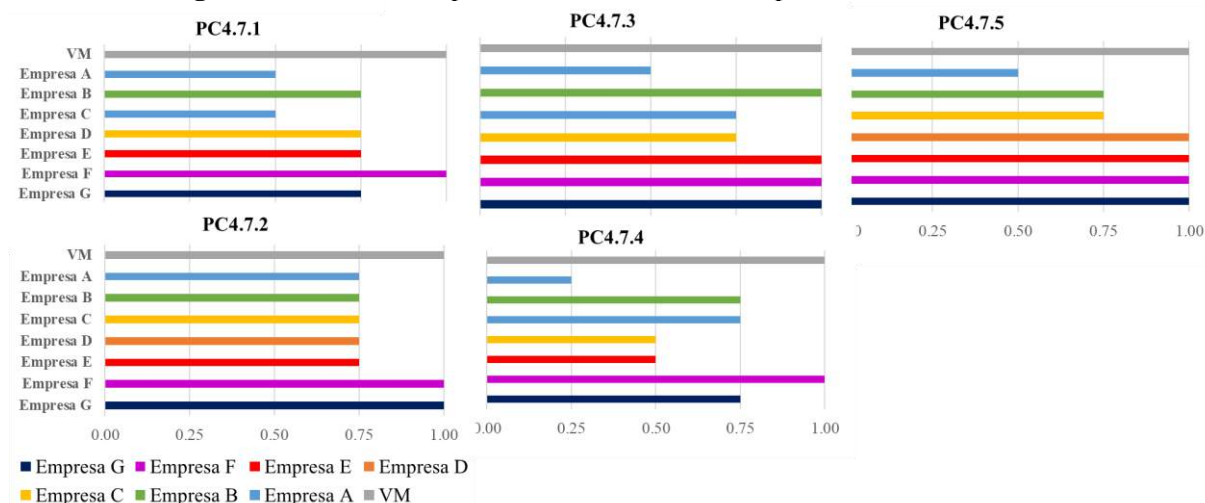
Fonte: Autora (2020).

Com base na Figura 69, pode-se observar que a prática com menores resultados entre as empresas foi a PC4.7.4 que está relacionada com a retroalimentação do processo e toda a equipe para que sejam revisados os métodos projetuais e/ou premissas/diretrizes de projeto. Trata-se de uma prática essencial, pois permite que haja uma melhoria contínua dos processos e nos projetos e promove a otimização de recursos.

Em contrapartida, a prática que teve maior resultado foi a PC4.7.5. Essa prática refere-se ao acompanhamento técnico da elaboração do manual do proprietário para o uso, conservação e manutenção da edificação. É importante acompanhar a elaboração do manual, pois nele estão contidas todas as informações para os usuários.

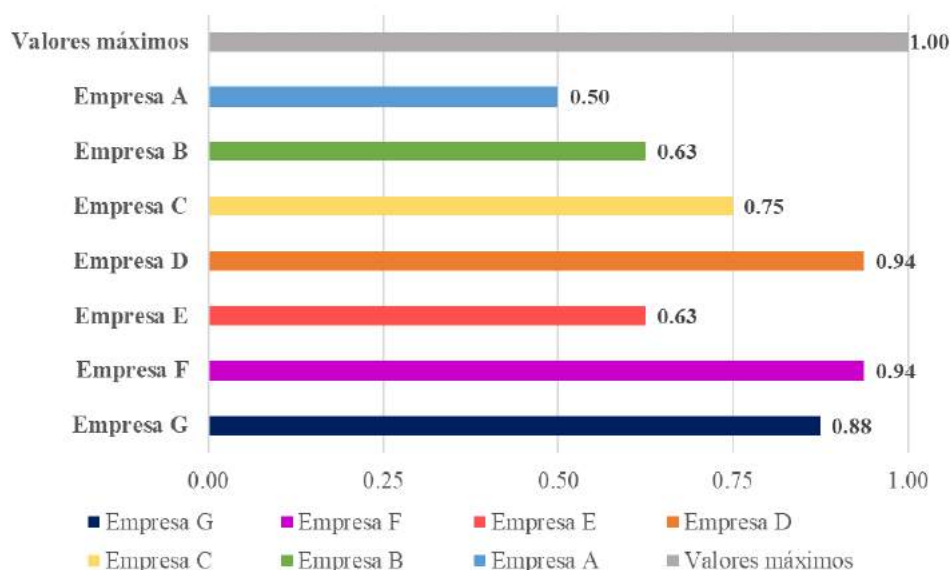
Um manual bem elaborado, melhora a transparência no processo, caso haja a necessidade de consertar uma tubulação ou até mesmo executar alguma reforma, por exemplo. Nele será possível identificar os locais para intervenção de forma mais precisa, evitando que ocorra perdas e retrabalhos. Embora, fique evidente as aplicações dos conceitos do *Green* e do *Lean* decorrentes dos resultados obtidos dessa prática, a utilização do BIM facilita a visualização desse processo, o planejamento e a gestão da edificação.

**Figura 69.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.7



Fonte: Autora (2020).

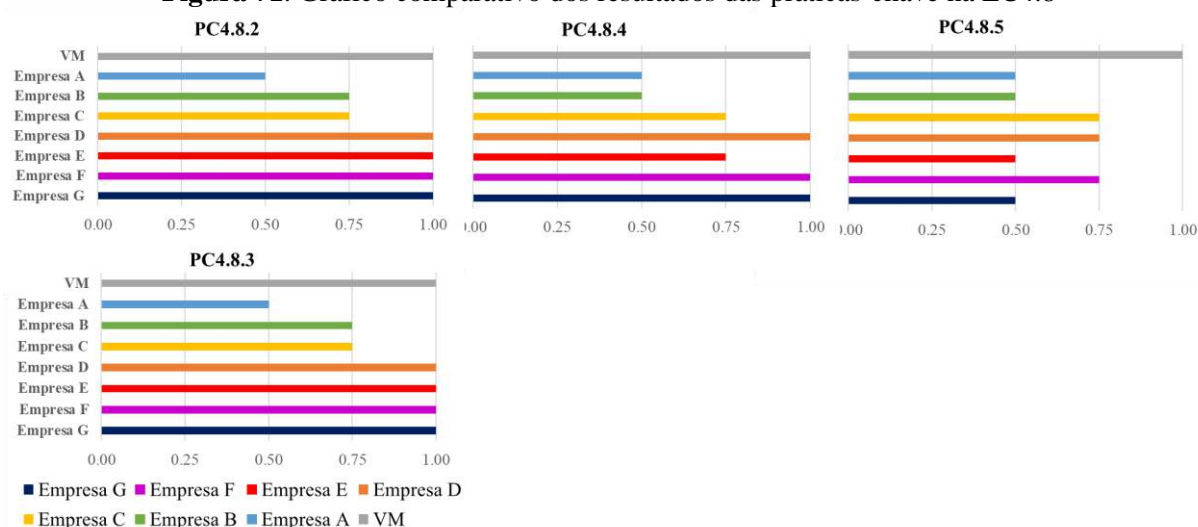
Ao analisar a etapa de acompanhamento técnico de uso, operação e manutenção e avaliação pós-ocupação (EC4.8), percebeu-se que as Empresas D e F se destacaram com os maiores resultados e as empresas A, B e E, com os menores resultados (Figura 70). É importante destacar que essa etapa é comum em empresas construtoras e incorporadoras, em que existe uma gestão do processo de projeto, em que elas mesmas são responsáveis para a manutenção de seus empreendimentos entregues.

**Figura 70.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.8

Fonte: Autora (2020).

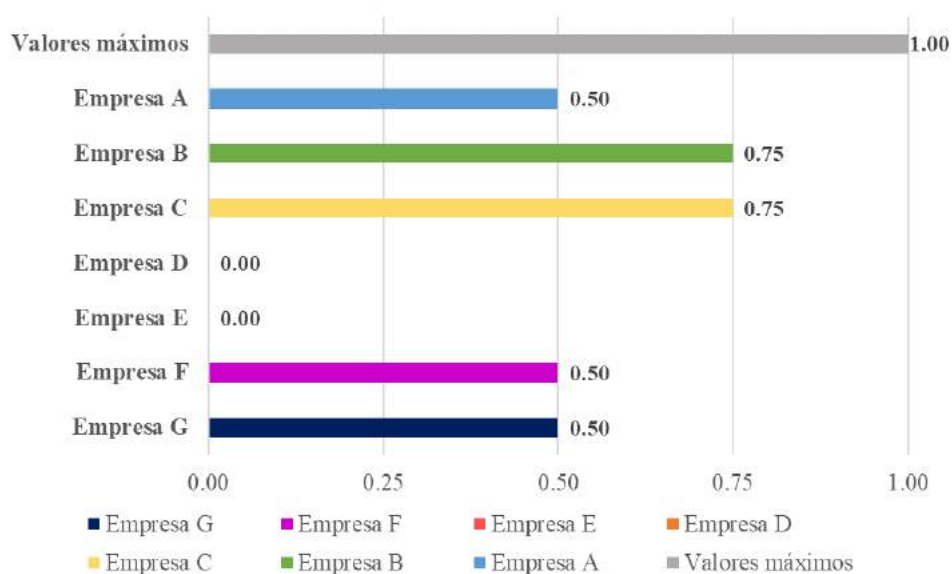
Com base na Figura 71, pode-se perceber que a PC4.8.5 foi a que apresentou menores resultados entre as empresas. Essa prática está associada com o acompanhamento técnico da realização de manutenções (tipos) e do controle seus custos através de indicadores. Mesmo após a etapa de entrega e de acompanhamento técnico da obra, é importante acompanhar as manutenções e controlar os custos, pois o conhecimento técnico obtido nesses acompanhamentos pode ser utilizado para melhorar a qualidade dos projetos e atender melhor às necessidades dos clientes.

Em contrapartida, as práticas PC4.8.1 e PC4.8.2 foram as que obtiveram melhores resultados. A primeira refere-se ao acompanhamento técnico da realização da entrega formal dos manuais e projetos atualizados, explicando todo o seu conteúdo; e a terceira, ao da realização de uma avaliação de pós-ocupação (analisa o grau de satisfação do cliente final e o desempenho do produto quanto a projeto). Conforme mencionado anteriormente, todas as informações obtidas através dessas práticas permitem que haja a retroalimentação do processo, melhorando a qualidade do projeto.

**Figura 71.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.8

Fonte: Autora (2020).

Ao analisar a etapa de reforma, *retrofit* ou desconstrução (EC4.9), percebeu-se que as Empresas B e C se destacaram com os maiores resultados e as empresas D e E, com os menores resultados (**Figura 72**). Embora não seja comum na literatura considerar essa etapa, destaca-se que se trata de uma visão holística do processo de projeto associado ao ciclo de vida do empreendimento, que está relacionada com as necessidades de intervenções de edificações existentes, cujas soluções devem ser pensadas desde as primeiras etapas do projeto.

**Figura 72.** Gráfico comparativo dos resultados das etapas-chave na EC4.9

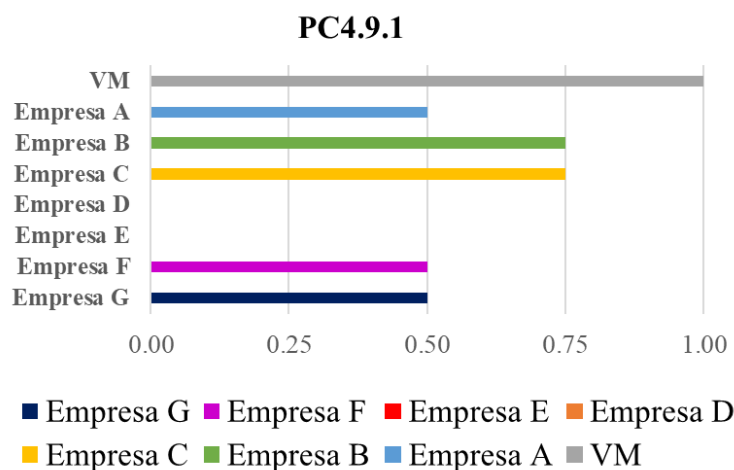
Fonte: Autora (2020).



Todas as informações obtidas nessa etapa irão retroalimentar o processo, melhorando a qualidade do projeto. Além disso, deve-se refletir também sobre os impactos destas edificações após atingir o seu tempo de vida útil.

Com base na Figura 73 pode-se perceber o resultado obtido da prática-chave, pois nesta etapa só foi considerada uma prática-chave.

**Figura 73.** Gráfico comparativo dos resultados das práticas-chave na EC4.9



Fonte: Autora (2020).

Por fim, seguem os quadros resumos com os maiores (pontos fortes) e menores (pontos fracos) resultados referentes às etapas-chaves (Quadro 31 e Quadro 32).

**Quadro 31.** Resumo das ECs e PCs com os maiores resultados

Empresa	Grau de Maturidade	Etapa-chave	
		Maior Nota	Maior Peso
EMPRESA A	49%	EC4.1 / EC4.3 / EC4.6 / EC 4.7 / EC4.8 / EC 4.9	EC4.1 / EC4.7
EMPRESA B	71%	EC4.5	EC4.5
EMPRESA C	58%	EC4.5 / EC4.6 / EC4.8 / EC4.9	EC4.5
EMPRESA D	48%	EC4.8	EC4.8
EMPRESA E	41%	EC4.6	EC4.6
EMPRESA F	71%	EC4.7	EC4.7
EMPRESA G	72%	EC4.7	EC4.7

Fonte: Autora (2020).

**Quadro 32.** Resumo das ECs e PCs com os menores resultados

Empresa	Grau de Maturidade	Etapa-chave	
		Menor Nota	Menor Peso
EMPRESA A	49%	EC4.2 / EC4.4 / EC 4.5	EC4.2
EMPRESA B	71%	EC4.2	EC4.2
EMPRESA C	58%	EC4.1	EC.4.1
EMPRESA D	48%	EC4.9	EC4.9
EMPRESA E	41%	EC4.9	EC4.9
EMPRESA F	71%	EC4.1	EC4.9
EMPRESA G	72%	EC4.9	EC4.9

Fonte: Autora (2020)

## 5 CONCLUSÕES

Percebeu-se, por meio do Mapeamento Sistemático da Literatura que alguns dos modelos de maturidade para a indústria da construção já analisam o *Green*, o *Lean Construction* (LC) e o *Building Information Model* (BIM) separadamente ou dois a dois, porém há poucos estudos que relacionam os três conceitos, demonstrando sinergia. Verificou-se, porém, que a sinergia identificada na literatura passou pela eficácia no atendimento às necessidades do cliente final (*Green*), pela eficiência no processo para esse atendimento (*Lean*) e da disposição/transparência de informação (BIM) (FERNÁNDEZ-SOLÍS; MUTIS, 2010).

Deste modo, a presente pesquisa preencheu uma lacuna de conhecimento ao desenvolver um método para a avaliação de maturidade, contemplando práticas-chaves que envolvessem esses três conceitos.

Assim, com base na metodologia do CIM3 criada por Willis e Rankin (2012), foi proposta uma estrutura geral da matriz com cinco níveis de maturidade, em que foi detalhada a fase-chave (FC) de projeto e o nível 3 da matriz proposta. Em termos gerais, essa FC englobou nove etapas-chaves (ECs) e 86 práticas-chave (PCs) que foram estabelecidas a partir da revisão da literatura. Nas PCs, trabalharam-se boas práticas e atividades que possuem relação aos três conceitos inicialmente pesquisados localizadas no questionário B.

Para a determinação do nível de maturidade, elaboraram-se dois questionários validados pelos especialistas. A partir dos dados coletados dos especialistas obteve-se os pesos para cada EC e para as empresas de AEC, as notas de desempenho referentes à PC, que aplicados nas equações informadas na seção 3.3.2, resultaram no grau de maturidade e, conseqüentemente, na determinação do nível de maturidade da empresa analisada.

A fim de validar e verificar a aplicabilidade da matriz proposta, delimitou-se o universo amostral às empresas credenciadas ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) que atua em Sergipe. Das 23 empresas encontradas, sete concordaram em participar da pesquisa, o que correspondeu a 30,43% do total da amostra. Além disso, contou-se com a participação de cinco especialistas.

Após a aplicação do modelo, verificou-se que, dentre os especialistas e os representantes das empresas, o maior grau de conhecimento está relacionado, respectivamente, ao *Lean* e ao BIM. Observou-se que todas as empresas possuem um setor específico de projetos onde é realizada a gestão do processo de projeto e o profissional responsável por essa gestão pertence ao quadro da organização. Com exceção da concepção

do produto, a maioria das empresas terceiriza o desenvolvimento de seus projetos de arquitetura, estrutural, complementares e executivos, assim como de seus manuais do proprietário e do síndico, o que requer da empresa um maior controle.

Além disso, 71,43% das empresas possuem procedimentos para o desenvolvimento de projetos formalizados e cada empresa possui um fluxo de projeto específico, entretanto, com os dados coletados, não foi possível estabelecer um padrão entre as etapas. De modo geral, os impactos causados pela pandemia causada pelo Covid-19 estiveram relacionados ao planejamento e ao processo de aprovação nos órgãos públicos, alguns respondentes comentaram ainda que um dos maiores desafios está associado ao novo ambiente de trabalho.

Dentre as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento dos projetos, 42,86% das empresas utilizam o CAD e apenas 28,57% das empresas iniciaram o processo de implantação do BIM. Ressalta-se que as informações coletadas das seções 1, 2, 3 e 4 do questionário B foram essenciais para analisar os cenários em que as empresas se encontram *versus* o grau de maturidade resultante, que implicam na qualidade e precisão do instrumento de pesquisa utilizado.

Com relação ao nível de maturidade das empresas, constatou-se que 57,14% das empresas se encontram no estágio de transição para maduro ( $75\% \leq M < 100\%$ ) e 42,86% no estágio imaturo ( $25\% \leq M < 50\%$ ) em relação à fase de projeto. Observou-se que a Empresa G obteve o maior grau de maturidade com 72% e a Empresa E, o menor com 41% e que as etapas-chaves com menores notas foram a de planejamento estratégico (EC4.1), planejamento (EC4.2) e de reforma, *retrofit* ou desconstrução (EC4.9) e as com maiores, a de entrega final do projeto (EC4.6), acompanhamento técnico de obra e elaboração de *as built* (EC4.7) e de uso, operação e manutenção e avaliação pós-ocupação (EC4.8).

Por fim, conclui-se que a matriz proposta se mostrou eficaz e de fácil aplicação.

Porém, após aplicação, verificou-se que a matriz proposta necessita de ajustes, principalmente em relação ao questionário B, como por exemplo, acrescentar perguntas que possibilitem correlacionar os fatores organizacionais ou a forma de desenvolvimento do projeto com o grau de maturidade e realizar.

Dentre as principais contribuições deste trabalho, destaca-se, como contribuição acadêmica, a apresentação de um modelo voltado para a maturidade da fase de projeto considerando a sinergia *Lean*, *Green* e BIM, que pode mensurar grau de maturidade a empresa se encontra em seu setor de projeto, ao analisar a fase de projeto.

Como contribuições práticas, sugere-se o uso da matriz para que empresas construtoras identifiquem sua maturidade na fase de projeto considerando a sinergia *Lean*,

*Green* e BIM e identifique, através das práticas-chaves quais são seus pontos fortes, para manter e potencializar, e os fracos, para melhoras.

Como limitações da pesquisa, cita-se: a delimitação apenas de uma fase do ciclo de vida do empreendimento, embora a fase de projeto seja uma fase com um potencial representativo de redução de custos; e um número reduzido de participantes de uma mesma empresa, o ideal é que os questionários fossem aplicados a toda equipe de projetos. Além disso, apesar da matriz proposta ter sido construída com base em referenciais teóricos e validada por especialistas, constatou-se a necessidade de ampliar em uma pesquisa futura o tamanho da amostra em uma mesma empresa e em outras empresas a fim de representar de forma fidedigna o grau de maturidade referente à realidade das empresas.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se:

- Aprimorar a matriz de proposta e realizar uma validação estatística das perguntas utilizadas nos questionários.
- Estender a aplicação do modelo proposto para outras fases do ciclo de vida do empreendimento.
- Utilizar o modelo proposto como uma ferramenta de mensuração e controle do desempenho *Lean/Green/BIM* na fase de projeto.
- Investigar como a incorporação dos conceitos *Green*, *Lean* e BIM interfere nos processos de gestão da empresa na fase de projeto e em outras fases do ciclo de vida.
- Ampliar o número de respondentes em uma mesma empresa para que o grau de maturidade represente de forma fidedigna a realidade da empresa, pois o processo de projeto envolve toda uma equipe de gestão, desenvolvimento e coordenação, funcionando como uma avaliação de todos os agentes do setor de projeto.
- Ampliar o campo de aplicação englobando empresas de outros estados, a fim de verificar como está o desempenho das empresas na fase de projeto e se existem diferenças entre o grau de maturidade relacionadas com localidade.
- Investigar como os fatores organizacionais interferem no desempenho na fase de projeto.

## REFERÊNCIAS

- AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; ARIF, M. BIM based conceptual framework for lean and green integration. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 22th, 2010, Oslo, Norway. **Proceedings [...]** Oslo, Norway: 2010, p.123-132.
- ARNAL, I. P. Why don't we start at the beginning? The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction, BIM News Last trends of the AECO sector. **BIM Community**, 2018.
- ARROTÉIA, A. V.; AMARAL, T. G.; MELHADO, S. B. Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras (PEO). **Ambiente Construído**, v. 14, n. 4, p. 183–200, dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS GESTORES E COORDENADORES DE PROJETO (AGESC). **Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Coordenação de Projetos**. AGESC. 3. ed. São Paulo, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM**: fascículo II. Guia AsBEA boas práticas em BIM. AsBEA, Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Brasília: 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura, Rio de Janeiro: 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9004**: Gestão para o sucesso sustentado de uma organização - Uma abordagem da gestão da qualidade. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1. Rio de Janeiro: 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16636-2**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico. Rio de Janeiro, 2017.
- AZEVEDO, O. J. M. de. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2009.
- BALLARD, G.; KOSKELA, L. On the Agenda of Design Management Research. *In: 6TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 13 ago. 1998, Guarujá, Brazil. **Proceedings [...]** Guarujá, Brazil: [s.n.], 13 ago. 1998.

BOLPAGNI, M.; BURDI, L.; CIRIBINI, A. L. C. Integration of Lean Construction and Building Information Modeling in a Large Client Organization in Massachusetts. In: 25TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9 jul. 2017, Heraklion, Greece. **Proceedings [...]** Heraklion, Greece: [s.n.], 9 jul. 2017. p. 79–86. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/1382>>. Acesso em: 6 dez. 2020.

BRASIL. **Catálogo de teses e dissertações**. Brasília. 2017. Disponível em: <<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>>. Acessado em: 19 de agosto de 2017.

BRASIL. **Portal do ministério de desenvolvimento regional**: programa brasileiro da qualidade e produtividade do habitat. Brasília, 2020. Disponível em: <<http://pbqp-h.mdr.gov.br/>>. Acesso em: 5 jan. 2020.

BRITO, D. M. **Fatores críticos de sucesso para implantação de Building Information Modeling (BIM) por organizações públicas**. 2019. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

CAMPESTRINI, T. F. (org.). **Entendendo o BIM, 2015**: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação. Curitiba, Paraná: 2015. 115p.

CAMPOS, I *et al.* Relation between the sustainable maturity of construction companies and the philosophy of lean construction. ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20th, 2012, San Diego, USA. **Proceedings [...]** San Diego, USA: 2012.

CARVALHO, M. C.; SANTOS, D. G. Matriz de maturidade *lean*, BIM e *green*: um mapeamento sistemático de 2008 a 2018. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019, Londrina. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/sibragec/sibragec2019/paper/view/459>. Acesso: 12 fev. 2020.

CATELANI, W. S. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras**. Colaboração e Integração BIM. Vol. 3 Brasília: CBIC, 2016. 132p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fundamentos BIM - Parte 1**: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: CBIC, 2016. 120p.

CHESWORTH, B.; LONDON, K.; GAJENDRAN, T. Diffusing Lean Implementation & Organisation Cultural Maturity. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18th, 2010, Haifa, Israel. **Proceedings [...]** Haifa, Israel: 2010. p. 345–350.

COMELLI, M. L. **Proposta de um modelo de protocolo de auditoria do nível de implantação da construção enxuta para a indústria da construção civil**. 2017. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

CONSTRUCTION MANAGEMENT COMMITTEE. Construction and constructability programa: white paper. **Journal of Construction Engineering and Management**, 1991.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3, Porto Alegre, 2007. **Anais [...]** Porto Alegre: TIC, 2007, 9p.

DANTAS FILHO, J. B.; CÂNDIDO, L. F.; BARROS NETO, J. P. Sinergia entre construção verde, construção enxuta e BIM para internacionalização da construção: uma revisão sistemática da literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais[...]** São Paulo: ANTAC, 2016. p. 12.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processos**: como inovar na empresa através da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

DURANTE, F. K. **Proposta de diretrizes para o desenvolvimento do projeto do sistema de produção apoiado pelos processos BIM**. 2016, 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2016.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução Ayres Filho *et al.* Porto Alegre: Bookman Editora Ltda., 2014.

EL. REIFI, M. H.; EMMITT, S. Perceptions of lean design management. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 9, n. 3, p. 195–208, 1 ago. 2013.

ENACHE-POMMER, E. *et al.* A Unified Process Approach to Healthcare Project Delivery: Synergies between Greening Strategies, Lean Principles, and BIM. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2010, Canada. **Proceedings [...]** Canada: 2010, p. 1376–1405.

FERNÁNDEZ-SOLÍS, J. L.; MUTIS, I. The Idealization of an Integrated BIM, Lean, and Green Model (BLG). In: UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**. United States of America: Information Science Reference, 2010, .p. 302- 334.

FILIPPI, G. A.; MELHADO, S. B. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 3, p. 161-173, set. 2015.

GALEAZZO, A.; FURLAN, A.; VINELLI, A. Lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention projects. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 85, p.191-200, dez.2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.015>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas. 2010.

GRIFFITH A., SIDWELL T. **Constructability in building and engineering projects**. London, Macmillan, 1995.

GROSSOFF, J. **Boas praticadas e descontinuidades**: do projeto à execução de um empreendimento complexo. 2018. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2013.



GROSSKOPF, J.; MENEZES, A. S.; SANTOS, D. G. Proposal of activities that facilitate work in order to avoid workflow interruptions caused by making-do. *In: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 21, Fortaleza, 2013. **Anais [...]** Fortaleza: IGLC, 2013.

GRÜNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 195–214, jun. 2014.

HAMDI, O.; LEITE, F. BIM AND LEAN INTERACTIONS FROM THE BIM CAPABILITY MATURITY MODEL PERSPECTIVE: A CASE STUDY. **Design Management**, p. 10, 2012.

JOHANSEN, J. B.; JENSEN, P. A.; THUESEN, C. Maturity model for strategic collaboration in sustainable building renovation. *In: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE*, 33<sup>rd</sup>, 2017, Cambridge. **Proceedings [...]** Cambridge: 2017.

KIBERT, C. J. Establishing principles and a model for sustainable construction. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION*, 1<sup>th</sup>, 1994, Flórida. **Proceedings [...]** Flórida: 1994, p. 3-12.

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, O. P. Using mapping studies as the basis for further research – A participant-observer case study. **Information and Software Technology**, [s.l.], v. 53, n. 6, p. 638-651, jun. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2010.12.011>.

KNOTTEN, V. *et al.* Design Management in the Building Process - A Review of Current Literature. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, p. 120–127, 2015.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report nº. 72**. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992. 87p.

LIMA, R. T. A.; SANTOS, D. G. Adoção do target costing na construção e a identificação dos clientes de obras públicas: evidências da literatura. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 17, Foz do Iguaçu, 2018. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: ENTAC, 2018.

LUO, C.; MALLICK, D. N.; SCHROEDER, R. G. Collaborative Product Development: Exploring the Role of Internal Coordination Capability in Supplier Involvement. **European Journal of Innovation Management**, v. 13, n. 2, p. 244–266, 27 abr. 2010.

LYRIO FILHO, A. M.; AMORIM, S. L. Ciclo de vida de empreendimentos imobiliários: as dinâmicas de produto e projeto. *In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 2006, Florianópolis, Santa Catarina. **Anais [...]** Florianópolis, Santa Catarina: ENTAC, 2006.

MACIEL, M. A. C. **Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por usuários da cidade de Aracaju - Sergipe**. 2014, 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

MELLADO, F.; LOU, E. C. W. Building Information Modelling, Lean and Sustainability: An Integration Framework to Promote Performance Improvements in the Construction Industry. **Sustainable Cities and Society**, v. 61, p. 102355, out. 2020.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 395 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MELHADO, S. M.; SOUZA, A. L. R.; FONTENELLE, E.; AQUINO, J.; GRILO, L.; FRANCO, L. S.; MESQUISA, M. J.; PEÑA, M. D.; FABRÍCIO, M.; OLIVEIRA, O. J. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa. 2005.

MELO, R. S. S.; GRANJA, A. D.; BALLARD, G. Collaboration to extend target costing to non-multiparty contracted projects: evidence from literature. *In*: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21, Fortaleza, Ceará, 2013. **Proceedings [...]** Ceará: 2013.

MOLLASALEHI, S. *et al.* Development of an Integrated BIM and Lean Maturity Model. *In*: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26th, 2018, Chennai, India. **Proceedings [...]** Chennai, India: 2018. p. 1217-1228.

NANEY, D.; GOSER, C.; AZAMBUJA, M. Accelerating the Adoption of Lean Thinking in the Construction Industry. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20<sup>th</sup>, 2012, San Diego, USA. **Proceedings [...]** San Diego, USA: 2012.

NASCIMENTO, A. P. do *et al.* Pontos de transição: a escalada rumo à maturidade de Sistemas de Gestão da Qualidade. **Gestão & Produção**, v. 23, n. 2, p. 250–266, 31 maio 2016.

NØKLEBYE, A.; SVALESTUEN, F.; FOSSE, R.; LÆDRE, O. Enabling lean design with management of model maturity. *In*: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26 th, 2018, Chennai, India. **Proceedings [...]** India: 2018, pp 79-89.

NESENSOHN, C.; BRYDE, D. J.; FEARON D. J.; OCHIENG, E. G. Combining lean construction with maturity models. *In*: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 29th, 2013, United Kingdom. **Proceedings [...]** United Kingdom: 2013, p.893-902.

NESENSOHN, C.; BRYDE, D. J.; OCHIENG, E.; FEARON, D. J.; HACKETT, V. Assessing lean construction maturity. *In*: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 22th, 2014, Oslo, Norway. **Proceedings [...]** Oslo, Norway: 2014.

NESENSOHN, C.; BRYDE, D. J.; PASQUIRE, C. A measurement model for lean construction maturity. *In*: ANNUAL ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT CONFERENCE, 23th, 2015, Perth, Australia. **Proceedings [...]** Perth, Australia: 2015a.

NESENSOHN, C.; BRYDE, D. J.; PASQUIRE, C. Maturity and Maturity Models in Lean Construction. **SSRN Electronic Journal**, 2015b. Disponível em: <http://www.ssrn.com/abstract=2622152>. Acesso em: 4 ago. 2019.

NESENSOHN, C.; BRYDE, D. J.; PASQUIRE, C. A measurement model for lean construction maturity. **Lean Construction Journal**. 2016. pp. 1-9. ISSN 1555-1369

NESENSOHN, C. A Lean Construction Maturity Model for Organizations. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 25th, 2017, Heraklion, Greece. **Proceedings [...]** Heraklion, Greece: 2017. p. 357-364.

LUKKA, K. The constructive research approach. Case study research in logistics. **Publications of the Turku School of Economics and Business Administration**, Series B, v. 1, n. 2003, p. 83-101, 2003.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (ONUBR). **A ONU e o meio ambiente**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 06 jun. 2018.

PAIM, R. *et al.* **Gestão de processos**: pensar, agir e aprender. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PENTTILÄ, H. Describing the Changes in Architectural Information Technology to Understand Design Complexity and Free-Form Architectural Expression. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, special issue, p. 395-408, 2006.

PEREIRA, A. P.; AMORIM, A. Implantação BIM: gestão dos processos de projeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO / SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 1, 10, 2017, Fortaleza, Ceará. **Anais [...]**. Ceará: ANTAC, 2017.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável**. Instituto do Ambiente. Lisboa. 2006

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: Métodos e Técnicas de Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. Construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos, São Paulo. **Anais [...]** São Carlos, São Paulo: [s.n.], 2003. p. 355–366.

ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS (RIBA). **RIBA Plan of Work 2020 Overview**. RIBA. London, 2020.

RUIZ, J. A.; GRANJA, A. D. Mapeamento sistemático da literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 8, Salvador, 2013. **Anais [...]** Salvador: SIBRAGEC/UFBA, 2013.

SACKS, R.; KOSKELA, L. J.; DAVE, B.; OWEN, R. Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p. 968-980, set. 2010.

SAIEG, P.; SOTELINO, E.; NASCIMENTO, D.; CAIADO, R. Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction Industry: A Systematic Review. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 788–806, fev. 2018.

SAINATH, Y.; VARGHESE, K.; RAGHAVAN, N. Framework for Progressive Evaluation of Lean Construction Maturity Using Multi-Dimensional Matrix. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 28th, 2018, Chennai, India. **Proceedings [...]**Chennai, India: 2018. p. 358-369.

SANTOS, D. G. **Modelo de gestão de processos na construção civil para a identificação de atividades facilitadoras**. 2004. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SANTOS, H. de P.; STARLING, C. M. D.; ANDERY, P. R. P. Um estudo sobre as causas de aumentos de custos e de prazos em obras de edificações públicas municipais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 225-242, out./dez. 2015. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400048> 22.

SANTOS, G. T.; SCHUSTER, M. M.; PRADELLA, S. Gestão da qualidade versus gestão por processo: metodologias unidas para dar maior competitividade a indústria. **Revista do Secretariado Executivo**, Passo Fundo, 2013, p. 51–54.

SANTOS, P. R. R. **Investigação da adaptação organizacional de construtoras de Aracaju à implantação da norma de desempenho**. 2018. 146 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2018.

SERRA, S. M. B.; FRANCO, L. S. Diretrizes para gestão dos subempreiteiros. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, BT/PCC/295. São Paulo: EPUSP, 2001.

SHINGO, S. **Zero Quality Control**: Source inspection and the poka-yoke system. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut, 1986.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. **Gestão do processo de projeto de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora de UFRGS, 2009.

SILVEIRA, V. N. S. Os modelos multiestágios de maturidade: um breve relato de sua história, sua difusão e sua aplicação na gestão de pessoas por meio do People Capability Maturity Model (P-CMM). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 13, n. 2, p. 228–246, jun. 2009.

SILVEIRA, V. N. S.; MAESTRO FILHO, A. D.; DIAS, D. V. Maturidade em Gestão de Pessoas e Práticas de Treinamento, Desenvolvimento e Educação: Uma Análise a Partir do People Capability Maturity Model (P-CMM). In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 2007, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: 2007. p. 16.

SMITH, K. G.; MITCHELL, T. R.; SUMMER, C. E. Top Level Management Priorities in Different Stages of the Organizational Life Cycle. **The Academy of Management Journal**, v. 28, n. 4, p. 799-820, 1985.

SOARES, S. R.; SOUZA, D. M.; PEREIRA, S. W. A avaliação do ciclo de vida no contexto da construção civil. **Coletânea Habitare**, Rio de Janeiro, v. 7, 2006.

SOUZA, A. L. R.; MELHADO, S. B. **Preparação e execução de obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

STENQVIST, C.; NIELSEN, S.; BENGTSSON, P. A Tool for Sourcing Sustainable Building Renovation: The Energy Efficiency Maturity Matrix. **Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 1674, 22 maio 2018.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, maio 2009.

SUCCAR, B. The Five Components of BIM Performance Measurement. University of Newcastle; NSW Australia. In: Conference: **CIB World Congress**, Jan. 2010. DOI:10.13140/2.1.3357.1521.

SUCCAR, B. BIM Maturity Matrix. **BIM Excellence Initiative**, v. 1.22, 2016. Disponível em: <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.PT-Matriz-de-Maturidade-BIM.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM Performance: Five Metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120–142, maio 2012.

TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; TOMIYAMA, T.; YOSHIKAWA, H. Modeling Design Process. **AI Magazine**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 37, 1990. DOI: 10.1609/aimag.v11i4.855.

TELLO, R. **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da construção**. Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2012.

TESTANI, M.; RAMAKRISHNAN, S. Leader-centric Hoshin Planning: A systemic approach for sustaining an enterprise-wide Lean transformation In: ANNUAL IIE CONFERENCE AND EXHIBITION, 63rd, 2013, San Juan. **Proceedings [...]** San Juan: 2013.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em organizações construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILLAUD, EL. (2015). Lean and Green strategy: The Lean and Green House and Maturity deployment model. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 116, p. 150-156, mar.2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.022>.

WEBER, L. E.; CARVALHO, M. C.; FRANCA, V. V.; SANTOS, D. G. Proposição de modelo de maturidade para serviços de fiscalização de obras públicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019, Londrina. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019.

WILLIS, C. J.; RANKIN, J. H. The Construction Industry Macro Maturity Model (CIM3): Theoretical Underpinnings. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 4, p. 382-402, 20 abr. 2012.

WONG, J. K. W.; KUAN, K. L. Implementing 'BEAM Plus' for BIM-Based Sustainability Analysis. **Automation in Construction**, v. 44, p. 163-175, ago. 2014.

WORAWAN, N.; MOTAMADI, A. BIM-based Live Sensor Data Visualization using Virtual Reality for Monitoring Indoor Conditions. In: ASSOCIATION FOR COMPUTER-AIDED ARCHITECTURAL DESIGN RESEARCH IN ASIA, 24th, New Zealand, 2019. **Proceedings [...]** New Zealand: 2019, pp. 191-200.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZEMERO, B. R. **Análise da aplicabilidade da tecnologia BIM em projetos sustentáveis e etiquetagem de edificações no Brasil**. 2016 183 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

## APÊNDICE A – RELAÇÃO FINAL DOS ARTIGOS SELECIONADOS NO PRIMEIRO MAPEAMENTO

Grupo	Título	Autores/Ano
GP1	<i>Assessment of information maturity during design, operation and maintenance stages within BIM use environment</i>	Zou, Tang e Goh (2013)
GP1	<i>Combining lean construction with maturity models</i>	Nesensohn, Bryde, Fearon e Ochieng (2013)
GP1	<i>Development of a model to select BIM implementation strategy with respect to the BIM maturity level of an organization</i>	Alaghbandrad e Forgues (2013)
GP1	<i>A measurement model for lean construction maturity</i>	Nesensohn, Bryde e Pasquire (2015)
GP1	<i>BIM adoption in integrated supply chains: A multiple case study</i>	Papadonikolaki, Vrijhoef e Wamelink (2015)
GP1	<i>Building information modeling: Next steps for tensile membrane architecture</i>	Lin e Roithmayr (2015)
GP1	<i>Reflection on BIM Development Practices at the Pre-maturity</i>	Ramanayaka e Venkatachalam (2015)
GP1	<i>Using the Arup BIM maturity measure to demonstrate BIM implementation in practice</i>	Azzouz, Copping, Shepherd e Duncan (2016)
GP1	<i>Assessing BIM performance in building management organisations</i>	Mansson, Hampson e Lindahl (2017)
GP1	<i>Building a business case for ecodesign implementation: A system dynamics approach</i>	Rodrigues, Pigosso e McAloone (2017)
GP1	<i>Developing a maturity model to evaluate the health and safety of sustainable building projects</i>	Bezalel e Issa (2017)
GP1	<i>A review on the execution method for building information modelling projects in Hong Kong</i>	Wong (2018)
GP1	<i>Digital innovation in Europe: Regional differences across one international firm</i>	Azzouz, Hill e Papadonikolaki (2018)
GP1	<i>Measuring project's team culture in projects using the last planner system</i>	Lühr e Bosch-Rekvelde (2019)
GP1	<i>Lean construction and maturity models: Applying five methods</i>	Rodegheri e Baptista Serra (2019)
GP2	<i>Using the best available techniques to change behaviour in the construction industry</i>	Worthington, Hughes e Saimbi (2008)
GP2	<i>Concrete prefabricated housing via advances in systems technologies - Development of a technology roadmap</i>	Blismas, Wakefield e Hauser (2010)
GP2	<i>Application of the maturity concept for assesment of development of compressive strength of concrete [Zastosowanie etody wskałnika dojrzalooeci do oceny rozwoju wytrzymałooeci betonu na oeciskanie]</i>	Jonasson e Retelius (2011)
GP2	<i>Accelerating the adoption of lean thinking in the construction industry</i>	Naney, Goser e Azambuja (2012)
GP2	<i>BIM and Lean interactions from the bim capability maturity model perspective: A case study</i>	Hamdi e Leite (2012)
GP2	<i>BIM practices and challenges framed - An approach to systemic change management</i>	Mäkeläinen, Hyvärinen e Peura (2012)
GP2	<i>Evaluating award-winning BIM projects using the National Building Information Model Standard Capability Maturity Model</i>	McCuen, Suermann e Krogulecki (2012)

GP2	<i>Evaluating maturity of the business intelligence in construction company: Case study approach</i>	Chuah e Wong (2012)
GP2	<i>Optimizing design management process by assessment of information maturity at design stage</i>	Zou e Tang (2012)
GP2	<i>Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry</i>	Khosrowshahi e Arayici (2012)
GP2	<i>Leader-centric Hoshin Planning: A systemic approach for sustaining an enterprise-wide Lean transformation</i>	Testani e Ramakrishnan (2013)
GP2	<i>Application of the Fuzzy Comprehensive Evaluation Based on AHP in the BIM Application Maturity Evaluation</i>	Meng, Li e Ma (2014)
GP2	<i>Design and construction for sustainable industrial construction [Diseño y Construcción para una Construcción Industrial Sustentable]</i>	Yates (2014)
GP2	<i>A Research Framework for Evaluating the Maturity of Relationship Management in Chinese Mega-Construction and Infrastructure Megaprojects: A Relational Contracting Perspective</i>	Chan, Le, Hu e Shan (2015)
GP2	<i>Defining building information modeling implementation activities based on capability maturity evaluation: A theoretical model</i>	Morlhon, Pellerin e Bourgault (2015)
GP2	<i>Evaluation of the use of the principles of lean construction in two companies in the construction sector in the municipality of Rondonópolis-MT [Avaliação da utilização dos princípios da construção enxuta em duas empresas do setor da construção civil no município de Rondonópolis-MT]</i>	Costa Neto, Sartori Filho, Santiago, Santos, Santana e Silva (2015)
GP2	<i>Profile of building information modeling – BIM - Tools maturity in Brazilian civil construction scenery</i>	dos Santos, Vendrametto, González e Correia (2015)
GP2	<i>Research on the Evaluation of Project Management Maturity in a Hydropower EPC Project</i>	Xiao, Zhou e Lou (2015)
GP2	<i>The development direction for a VDC support system based on BIM</i>	Kang e Woo (2015)
GP2	<i>A measurement model for Lean Construction maturity</i>	Nesensohn, Bryde e Pasquire (2016)
GP2	<i>A Study on the Evaluation Items of BIM Process Maturity Measurement Model</i>	Ock, Jong-ho (2016)
GP2	<i>Descriptive Comparison of Academics' and Practitioners' Perceptions of Key BIM Maturity Indicators</i>	Chen, Dib, Cox, Manoosingh e Maghiar (2016)
GP2	<i>Development of a Multifunctional BIM Maturity Model</i>	Liang, Lu, Rowlinson e Zhang (2016)
GP2	<i>Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners</i>	Giel e Issa (2016)
GP2	<i>Implementation of BIM-technologies in Russian construction industry according to the international experience</i>	Ginzburg, Shilova, Adamtsevich e Shilov (2016)
GP2	<i>Organizational sustainability excellence of construction firms – a framework</i>	Terouhid e Ries (2016)
GP2	<i>Research on the BIM Capability Maturity Model in China</i>	Zeng, Wang e Yuan (2016)
GP2	<i>Structural equation model of building information modeling maturity</i>	Chen, Dib, Cox, Shaurette e Vorvoreanu (2016)
GP2	<i>A lean construction maturity model for organizations</i>	Nesensohn (2017)
GP2	<i>Developing building information modelling (BIM) implementation model for project design team</i>	Mohd, Brahim, Latiffi, Fathi e Harun (2017)
GP2	<i>Evaluation of green residential housing market maturity:</i>	Yang e Wu (2017)



<i>Empirical evidence from Nanjing, China</i>		
GP2	<i>Integration of lean construction and building information modeling in a large client organization in Massachusetts</i>	Bolpagni, Burdi e Ciribini (2017)
GP2	<i>Maturity Matrix Assessment: Evaluation of Energy Efficiency Strategies in Brussels Historic Residential Stock</i>	González, Zotano, Swan, Bouillard e Elkadi (2017)
GP2	<i>Overview of bim maturity measurement tools</i>	Wu, Xu, Mao e Li (2017)
GP2	<i>Why it is important to build an innovation strategy through the project management maturity model</i>	De Fazio (2017)
GP2	<i>A conceptual framework for tracking design completeness of Track Line discipline in MRT projects</i>	Eray, Haas, Rayside e Golparvar-Fard (2018)
GP2	<i>A construction of service-oriented architecture adoption maturity levels using adoption of innovation concept and CMMI</i>	Irwan Hamza, Baharom, Mohd e Omar (2018)
GP2	<i>Adoption and implementation of BIM – case study of a Saudi Arabian AEC firm</i>	Almuntaser, Sanni-Anibire e Hassanain (2018)
GP2	<i>Bridging the digital divide gap in BIM technology adoption</i>	Ayinla e Adamu (2018)
GP2	<i>Developing and Testing a Tool to Evaluate BIM Maturity: Sectoral Analysis in the Dutch Construction Industry</i>	Siebelink, Voordijk e Adriaanse (2018)
GP2	<i>Development of an integrated BIM and lean maturity model</i>	Mollasalehi, Aboumoemen, Rathnayake, Fleming e Underwood (2018)
GP2	<i>Enabling lean design with management of model maturity</i>	Nøklebye, Svaestuen, Fosse e Lædre (2018)
GP2	<i>Framework for progressive evaluation of lean construction maturity using multi-dimensional matrix</i>	Sainath, Varghese e Raghavan (2018)
GP2	<i>ISO and lean can contribute to a culture of continuous improvement</i>	Gomez e Hamid (2018)
GP2	<i>Measuring building information modelling maturity: a Hong Kong case study</i>	Lu, Chen, Zetkulic e Liang (2018)
GP2	<i>Meta-Standard for Collaborative BIM Standards: An Analysis of UK BIM Level 2 Standards</i>	Binesmael, Li e Lark (2018)
GP2	<i>Qualitatively Exploring the Impact of BIM on Construction Performance</i>	Chen, John e Cox (2018)
GP2	<i>Roadmap to Mature BIM Use in Australian SMEs: Competitive Dynamics Perspective</i>	Reza Hosseini, Pärn, Edwards, Papadonikolaki e Oraee (2018)
GP2	<i>The construction value chain in a BIM environment</i>	Flores, Al-Ashaab, Mörrh, Usó, Pinar, Alfaraj e Yu (2018)
GP2	<i>USA Professionals' Perception of Key BIM Maturity Indicators</i>	Chen, John e Cox (2018)
GP2	<i>Current practice of building information modelling in the ningbo construction industry</i>	Kang, Yan, Jin, Hancock, Tang e Kapogiannis (2018)
GP2	<i>A Maturity Assessment Framework for Applying BIM in Consultant Companies</i>	Abbasianjahromi, Ahangar e Ghahremani (2019)
GP2	<i>The evaluation of building fire emergency response capability based on the CMM</i>	Ma, Tan e Shang (2019)
GP2	<i>A reference model for BIM capability assessments</i>	Yilmaz, Akcamete e Demirors (2019)
GP2	<i>Building Information Maturity Model specific to the renovation sector</i>	Joblot, Paviot, Deneux e Lamour i(2019)
GP2	<i>BIM use assessment (BUA) tool for characterizing the application levels of BIM uses for the planning and design of construction projects</i>	Rojas, Herrera, Mourgues, Ponz-Tienda, Alarcón e Pellicer (2019)
GP2	<i>Analysis of bim maturity level among aec firms in</i>	Babatunde, Ekundayo e

	<i>developing countries: A case of Nigeria</i>	Adekunle (2019)
GP2	<i>Global Building Information Modeling Maturity</i>	Tian, Chen, Zhang e Cox (2019)
GP2	<i>Transformation from 2D structural drawing to building information model: Perspectives from a small-scaled company</i>	Lee, Thien, Lee, Wong, Tan e Chai (2020)
GP2	<i>BIM maturity models evaluated by design principles</i>	Ferraz, Loures e Deschamps (2020)
GP2	<i>Interrelations among leadership competencies of BIM leaders: A fuzzy DEMATEL-ANP approach</i>	Mirhosseini, Mavi, Mavi, Abbasnejad e Rayani (2020)
GP3	<i>Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders</i>	Succar (2009)
GP3	<i>Diffusing cultural awareness and maturity in lean managed organizations</i>	Chesworth, London e Gajendran (2010)
GP3	<i>Diffusing lean implementation &amp; organisation cultural maturity</i>	Chesworth, London e Gajendran (2010)
GP3	<i>Promoting organizational learning and project sustainability in the construction industry</i>	Opoku e Fortune (2010)
GP3	<i>Innovation performance of construction enterprises: An empirical assessment of the German and Singapore construction enterprises</i>	Lim e Peltner (2011)
GP3	<i>Measuring BIM performance: Five metrics</i>	Succar, Sher e Williams (2012)
GP3	<i>Three-dimensional complex construction project management maturity model: Case study of 2010 shanghai expo</i>	Hu, Li e Hu (2012)
GP3	<i>Quality and maturity of BIM implementation in the AECO industry</i>	Giel e Issa (2013)
GP3	<i>Synthesis of existing BIM maturity toolsets to evaluate building owners</i>	Giel e Issa (2013)
GP3	<i>A measurement model of building information modelling maturity</i>	Chen, Dib e Cox (2014)
GP3	<i>Analysis of BIM application capability maturity model in construction project</i>	Xu e Liu (2014)
GP3	<i>Assessing lean construction maturity</i>	Nesensohn, Bryde, Ochieng, Fearon e Hackett (2014)
GP3	<i>Client's Role in Building Disaster Management through Building Information Modelling</i>	Ammar e Mustafa (2014)
GP3	<i>Maturity and maturity models in lean construction</i>	Nesensohn, Bryde, Ochieng e Fearon (2014)
GP3	<i>BIM for client organisations: A continuous improvement approach</i>	Ahbabi e Alshawhi (2015)
GP3	<i>Macro-BIM adoption: Conceptual structures</i>	Succar e Kassem (2015)
GP3	<i>How BIM is assessed using Arup's BIM maturity measure?</i>	Azzouz e Hill (2017)
GP3	<i>Macro BIM adoption: Comparative market analysis</i>	Kassem e Succar (2017)
GP3	<i>Maturity model for strategic collaboration in sustainable building renovation</i>	Johansen, Jensen e Thuesen (2017)
GP3	<i>Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice</i>	Abdirad (2017)
GP3	<i>The INFRABIM maturity metric – formal assessment of the maturity of BIM pilot projects [Die INFRABIM-Reifegradmetrik: Formale Bewertung des Reifegrads von BIM-Pilotvorhaben]</i>	Bormann, König, Hochmuth, Liebich e Elixmann (2017)
GP3	<i>Yield-to-BIM: impacts of BIM maturity on project performance</i>	Smits, van Buiten e Hartmann (2017)

GP3	<i>Methodology of maturity level rating for macro ergonomic system in area of sustainable development</i>	Pacholski e Szczuka (2018)
GP3	<i>Non-USA professionals' perception of key BIM maturity indicators</i>	Chen, John, Cox, Manoosingh e Huang (2018)
GP3	<i>Predicting BIM maturity based on learning curve model at firm level</i>	Xue, Bernstein, Shang e Rafsanjani (2018)
GP3	<i>The impact of building information modelling (BIM) maturity and experience on contractor absorptive capacity</i>	Ahankoob, Manley, Hon e Drogemuller (2018)
GP3	<i>Virtual design and construction: A new communication in construction industry</i>	Hassan, Taib e Rahman (2018)
GP3	<i>Green Construction Capability Model (GCCM) for Contracting Companies</i>	Setiawan, Ervianto e Han (2019)
GP3	<i>Environmental Management Maturity: The Role of Dynamic Validation</i>	Ormazabal, Sarriegi, Rich, Viles e Gonzalez (2020)
GP4	<i>Sustainability and investment appraisal for housing regeneration projects</i>	Higham, Fortune e Boothman (2016)
GP4	<i>Investment component in BIM implementation projects</i>	Yanda, Amin e Soehari (2016)
GP4	<i>Pro-sustainability innovation: A methodological proposal from empirical study with companies located in the south of Bahia</i>	Brandão, Gomes e Segundo (2017)
GP4	<i>Analysis and potential application of the maturity of growth management in the developing construction industry of a Province of China: A case study</i>	Zhang, Li e Wang (2017)
GP4	<i>A tool for sourcing sustainable building renovation: The energy efficiency maturity matrix</i>	Stenqvist, Nielsen e Bengtsson (2018)
GP5	<i>A Maturity Model for Construction Project Ecological Quality Management</i>	Bai, Wang, Huang, Du e Huang (2009)
GP5	<i>Research on the construction enterprises' EPC general contracting ability evaluation based on the method of matter-element</i>	Lu e Pei (2014)
GP5	<i>Investigating the interaction of building information modelling and lean construction in the timber industry</i>	Le Roux, Bannier, Bossanne e Stieglmeier (2016)
GP5	<i>A Comparison Study on the Green Building Performance Assessment Tools for Promoting Sustainable Construction</i>	He, Han, Zhao e Shen (2017)
GP5	<i>Evaluation of Green Residential Housing Market Maturity: Empirical Evidence from Nanjing, China</i>	Yang e Wu (2017)
GP6	<i>The role of national BIM standard in structural design</i>	Nawari e Sgambelluri (2010)
GP6	<i>Goal-driven method for sustainable evaluation of BIM project success level</i>	Chen, Chen, Li e Chiu (2015)
GP6	<i>Partial least square analysis of Building information modelling impact in Malaysia</i>	Enegbuma, Ologbo, Aliagha e Ali (2015)
GP6	<i>Building Information Management as a Tool for Managing Knowledge throughout whole Building Life Cycle</i>	Nývlt e Prušková (2017)
GP6	<i>Building information management in long time horizon building's assessment techniques</i>	Nývlt (2017)

**APÊNDICE B – RELAÇÃO FINAL DE TESES E DISSERTAÇÕES SELECIONADAS  
NO SEGUNDO MAPEAMENTO**

<b>Classificação</b>	<b>Título</b>	<b>Autores/Ano</b>
Processo de Projeto	O usuário e o processo de projeto: <i>co-design</i> em edifícios de saúde.	Caixeta (2015)
Processo de Projeto	Edifícios multifamiliares em Belém, PA: processo de projeto e análises de planta-baixa.	Costa (2015)
Processo de Projeto	Desenvolvimento de um modelo para implantação gradual dos princípios de IPD e práticas de LPDS na gestão de projetos de instalações da indústria de base brasileira.	Ioppi (2015)
Processo de Projeto	Manutenção e desempenho em habitações de interesse social.	Mattos Junior (2015)
Processo de Projeto	Sistematização do processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto em edifícios residenciais.	Lima (2015)
Processo de Projeto	Prevenção através de projeto – como um instrumento de gestão na prevenção de riscos de acidentes do trabalho Recife, PE 2015.	Mattar (2015)
Processo de Projeto	Benno Perelmutter e Marciel Peinado: estudo do processo de projeto para edificações escolares.	Nesse (2015)
Processo de Projeto	Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais.	Okamoto (2015)
Processo de Projeto	Avaliação da qualidade de projetos residenciais verticais: proposta de um método a partir de parâmetros de desempenho da NBR 15575 / 2013 para a cidade de João Pessoa-PB, Brasil.	Oliveira (2015)
Processo de Projeto	Diretrizes para projeto e desempenho de sistemas construtivos em painéis pré-moldados de concreto: edifícios habitacionais.	Strabeli (2015)
Processo de Projeto	Avaliação do grau de definição dos projetos de empreendimentos de incorporação imobiliária: um estudo de caso.	Abdala (2016)
Processo de Projeto	Arquitetura e procedimentos de projeto nos prédios hospitalares do escritório Rino Levi Arquitetos Associados.	Almeida (2016)
Processo de Projeto	Projeto arquitetônico de um edifício residencial verticalizado.	Fontenelle (2016)
Processo de Projeto	Valorização da participação da engenharia de produção no projeto simultâneo de empresa construtora-incorporadora.	Grazina (2016)
Processo de Projeto	Habitação social evolutiva: Estratégias de flexibilidade para elaboração de projetos de habitação de interesse social. Uma proposta para Mãe Luiza/Natal-RN.	Rocha Junior (2016)

Processo de Projeto	Diretrizes básicas para projeto em wood frame em Belo Horizonte e sua região metropolitana.	Leite (2016)
Processo de Projeto	Uso do projeto da produção para a padronização de processos construtivos na construção civil.	Lopes (2016)
Processo de Projeto	O processo de projeto de arquitetura em aço com foco no conforto ambiental.	Machado (2016)
Processo de Projeto	Iniciativa patrimônio sustentável: diretrizes para análise e projeto de reabilitação de edifícios protegidos.	Mauro (2016)
Processo de Projeto	Indícios de flexibilidade no projeto de edifícios multifamiliares em Maceió-AL (1980-1985): surgimento e apropriação do ambiente reversível pelos usuários de apartamentos.	Xavier (2016)
Processo de Projeto	Análise crítica do sistema de saída de emergência aplicado no projeto de arquitetura: estudo de caso.	Barros (2017)
Processo de Projeto	Estudo do uso de parametrização e simulações computacionais nas etapas iniciais do processo de projeto visando à otimização.	Campos (2017)
Processo de Projeto	Diretrizes para projeto de subsistemas de cobertura modulares visando a customização em massa de habitações unifamiliares.	Kopp (2017)
Processo de Projeto	Flexibilidade em edificações residenciais: diretrizes de projeto e análise da aplicação no mercado imobiliário brasileiro.	Legonde (2017)
Processo de Projeto	Alterações necessárias nas especificações de materiais para projetos de edificações habitacionais verticais após a vigência da norma de desempenho NBR 15.575-2013.	Motta (2017)
Processo de Projeto	Contribuição ao estudo do processo de projeto de sistemas prediais.	Pinheiro (2017)
Processo de Projeto	Projeto arquitetônico orientado à manutenção: uma proposta de ferramenta computacional para integração da segurança na manutenção de fachadas.	Stiegert (2017)
Processo de Projeto	Racionalidade construtiva e arquitetura escolar.	Braide (2018)
Processo de Projeto	Reutilização de resíduos na construção civil: o projeto para desmontagem como forma de reaproveitamento.	Carvalho (2018)
Processo de Projeto	Gestão do processo de logística e montagem de edificações industrializadas modulares.	Francisco (2018)
Processo de Projeto	Desenvolvimento de ferramenta de verificação de parâmetros de desempenho em projetos de edificações habitacionais.	Giglio (2018)
Processo de Projeto	Impacto da Aplicação do Projeto Simultâneo nos Projetos Complementares de Uma Edificação Vertical.	Silva (2018)
Processo de Projeto	Otimização de Projeto Orientado ao Desempenho em Arquitetura.	Digiandomenico (2019)

Processo de Projeto	Contribuições para a percepção do processo de projeto arquitetônico residencial.	Isola (2019)
Diretrizes - BIM	Fluxo de trabalho de interoperabilidade entre modelagem, materialização e reutilização aplicado em detalhe projetual de acessibilidade.	Arcari (2015)
Diretrizes - BIM	Avanços na elaboração do projeto de instalações: experiências combinadas do CAD 2D e do CAD 3D em direção ao futuro uso do BIM.	Batista (2015)
Diretrizes - BIM	Proposta de um Método para Apoiar o Processo de Tomada de Decisão na Etapa de Projeto em Retrofit de Habitações Sociais Usando BIM 4D.	Chaves (2015)
Diretrizes - BIM	Processo de projeto na era digital: uma reflexão sobre a implantação do BIM em três escritórios de arquitetura em Porto Alegre/RS, de 2010 a 2014.	Cornetet (2015)
Diretrizes - BIM	Procedimentos de compatibilização de projetos e o uso do BIM: uma aplicação para empresas construtoras.	Fonseca (2015)
Diretrizes - BIM	Retroalimentação na Melhoria da Qualidade do Projeto de Arquitetura Através do Processo BIM	Hashizume (2015)
Diretrizes - BIM	A gestão do processo de projeto em empresas incorporadoras e construtoras.	Souza (2015)
Diretrizes - BIM	Simulação de modelos de edifícios utilizando a tecnologia BIM.	Araújo (2016)
Diretrizes - BIM	A implementação e o uso da modelagem da informação da construção em empresas de projeto de arquitetura.	Coelho (2016)
Diretrizes - BIM	Proposta de diretrizes para o desenvolvimento do projeto do sistema de produção apoiado pelos processos BIM.	Durante (2016)
Diretrizes - BIM	Gestão do processo de projeto hidrossanitário.	Lima (2016)
Diretrizes - BIM	As dimensões da compatibilização na gestão do ciclo de vida de um projeto.	Silva (2016)
Diretrizes - BIM	Parâmetros de desempenho incorporados em projetos de arquitetura com o uso de aplicativo de modelagem BIM.	Silva Junior (2016)
Diretrizes - BIM	O uso da tecnologia BIM na investigação da modulação estrutural para habitação de interesse social em encostas.	Melo (2016)
Diretrizes - BIM	Verificação de regras para aprovação de projetos de arquitetura em BIM para estações de metrô.	Mainardi Neto (2016)
Diretrizes - BIM	Comparativo entre o processo tradicional e o processo em BIM para desenvolvimento de projetos de edificações.	Ricotta (2016)
Diretrizes - BIM	Regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários.	Takagaki (2016)

Diretrizes - BIM	A modelagem da informação da construção (BIM) em empresas instaladoras de sistemas prediais.	Guerretta (2017)
Diretrizes - BIM	Modelagem da informação da construção na fase de projeto: uma proposta de plano de execução BIM para a SUMAI / UFBA.	Pereira (2017)
Diretrizes - BIM	Recomendações para o processo de transição de ferramentas CAD para BIM a partir de um estudo de caso de escritórios de arquitetura em Maceió/AL	Barbosa (2018)
Diretrizes - BIM	Processo de projeto e fluxo de informações em BIM: estudos de casos em Florianópolis/SC.	Barros (2018)
Diretrizes - BIM	O uso do BIM em projeto de desconstrução de edifício existente: um estudo introdutório.	Ferreira (2018)
Diretrizes - BIM	Modelo de implementação de BIM aplicado a projetos de sistemas prediais.	Silva Filho (2018)
Diretrizes - BIM	Adoção da Plataforma BIM no processo de aprovação de projetos de edificações: desafios e possibilidades.	Santos (2018)
Diretrizes - BIM	Projeto em Light Steel Frame: A Modelagem e Compatibilização em BIM.	Ribeiro Junior (2019)
Diretrizes - BIM	A Plataforma BIM na Compatibilização de Projetos de Arquitetura e Estrutura: Estudos de Caso.	Pinto (2019)
Diretrizes - BIM	O Redesenho em BIM: o processo integrado de projeto e análise da simulação construtiva.	Silva (2019)
Diretrizes - Lean	Oportunidades de melhoria no processo de projeto de arquitetura sob a perspectiva do lean design.	Dantas Filho (2016)
Diretrizes - Lean	Referencial para a aplicação do processo enxuto de desenvolvimento de projetos de edificações.	Franco (2016)
Diretrizes - Lean	Contribuição do lean à gestão do processo de projeto de arquitetura de ambientes de saúde.	Faria (2019)
Diretrizes - Green	Sistemas de certificação ambiental de edificações habitacionais e possibilidades de aplicação da avaliação do ciclo de vida.	Cardoso (2015)
Diretrizes - Green	Critérios de sustentabilidade aplicados à escola pública do estado de São Paulo.	Fernandez (2015)
Diretrizes - Green	Certificações de sustentabilidade em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo.	Vieira Filho (2015)
Diretrizes - Green	Diretrizes de sustentabilidade aplicáveis à reabilitação do edifício sede da Companhia Petropolitana – Petrópolis - RJ.	Gonçalves (2015)
Diretrizes - Green	Adensamento habitacional na cidade de São Paulo: procedimentos para avaliação de desempenho térmico, acústico e luminoso.	Guilhon (2015)
Diretrizes - Green	Identificação das medidas construtivas utilizadas para obtenção do certificado de sustentabilidade e seus possíveis impactos na segurança e saúde do trabalhador	Lima (2015)

	da construção.	
Diretrizes - Green	Sustentabilidade e Certificações Ambientais: Impacto no Processo de Elaboração do Projeto de Arquitetura da Casa Brasileira.	Lins (2015)
Diretrizes - Green	Ferramenta de apoio ao desenvolvimento de projetos no âmbito da sustentabilidade na construção.	Reis (2015)
Diretrizes - Green	Avaliação da eficiência energética de edificações residenciais em fase de projeto: análise de desempenho térmico pelo método prescritivo e por simulação computacional aplicado a estudo de caso de projeto-tipo do exército brasileiro.	Rodrigues (2015)
Diretrizes - Green	Influência das ações sustentáveis no projeto e construção de shopping centers e seu impacto nos custos operacionais.	Aimore (2016)
Diretrizes - Green	Diretrizes dinâmicas para projeto de fachadas de edifícios de escritórios de alto padrão, na cidade de São Paulo, com base no potencial de eficiência energética e viabilidade econômica.	Cacciatori (2016)
Diretrizes - Green	Análise da Eficiência Energética de Técnicas de Arquitetura Bioclimática: Simulação Computacional em Edificação Escolar.	Campos (2016)
Diretrizes - Green	Certificação da sustentabilidade de edifícios de escritórios corporativos no Brasil.	Honda (2016)
Diretrizes - Green	A escola técnica do programa brasil profissionalizado: um projeto padrão para diferentes zonas bioclimáticas?	Lamenha (2016)
Diretrizes - Green	Quando a casa se adequa ao meio: Proposta arquitetônica para residência unifamiliar de alto padrão levando em consideração aspectos ambientais sustentáveis de gestão de água, energia e condicionantes bioclimáticas.	Macedo (2016)
Diretrizes - Green	Investigação da simulação computacional de desempenho energético integrada às etapas iniciais do processo de projeto.	Meusel (2016)
Diretrizes - Green	A gestão de empresas de projeto e a sustentabilidade ambiental de edificações.	Paula (2016)
Diretrizes - Green	Caracterização do componente direto da energia incorporada inicial de edifícios: método de inventário através da avaliação do ciclo de vida energético de processo.	Sedrez (2016)
Diretrizes - Green	Arquitetura de bibliotecas universitárias: diretrizes de projeto para edifícios mais sustentáveis.	Sgoda (2016)
Diretrizes - Green	Diretrizes para certificação LEED: o estudo de caso da escola SESI de ensino médio.	Silva (2016)
Diretrizes - Green	Estratégias projetuais associadas ao desenvolvimento sustentável para construções de pequeno porte estruturadas em aço.	Sousa (2016)



Diretrizes - Green	A influência da certificação ambiental AQUA-HQE no processo de projeto: estudo de caso em edifício residencial em Maceió, AL.	Accioly (2017)
Diretrizes - Green	Sustentabilidade na construção civil: proposta de diretrizes baseadas nos selos de certificação ambiental.	Cosentino (2017)
Diretrizes - Green	Eficiência energética em edificações públicas do poder executivo federal: oportunidades e desafios no contexto do programa brasileiro de etiquetagem (PBE – EDIFICA).	Gomes (2017)
Diretrizes - Green	Método de avaliação multicritério de estratégias de projeto de edificações mais sustentáveis.	Invidiata (2017)
Diretrizes - Green	Edifícios inteligentes e sustentáveis na arquitetura paulistana contemporânea.	Cardozo Junior (2017)
Diretrizes - Green	Sustentabilidade ambiental da arquitetura vernácula em Arequipa – Peru: Recomendações para o projeto de habitação.	Mamani (2017)
Diretrizes - Green	Avaliação de empreendimento habitacional de interesse social com foco no usuário e na sustentabilidade.	Santana (2017)
Diretrizes - Green	Gestão do processo de projeto na reabilitação de edificações: visando à melhoria da qualidade ambiental.	Silva (2017)
Diretrizes - Green	. Uma avaliação do certificado de sustentabilidade CASBEE no contexto dos projetos urbanos brasileiros.	Souza (2017)
Diretrizes - Green	Análise do conforto ambiental em projetos de habitações de interesse social segundo a NBR 15.575:2013.	Vasquez (2017)
Diretrizes - Green	Análise de sistema de certificação ambiental de prédio ao longo do tempo a partir dos conceitos eco-eficiência e eco-eficácia '	Canazaro (2018)
Diretrizes - Green	Decisões projetuais e sua importância no conforto ambiental da edificação: o caso do NEMA, na UNIVASF, em Petrolina - PE e Salvador - BA 2018.	Coelho (2018)
Diretrizes - Green	Eficiência energética e ambiental na arquitetura: uma ferramenta para quantificação da intensidade energética e suas emissões de Gases de Efeito Estufa.	Cruz (2018)
Diretrizes - Green	Eficiência energética em edificações públicas: aplicação em projeto padrão de fóruns do poder judiciário alagoano.	Prado (2018)
Diretrizes - Green	Implementação da eficiência energética em uma edificação militar do exército brasileiro.	Rachid (2018)
Diretrizes - Green	Diretrizes de projeto para desempenho térmico de sistemas de paredes pré-moldadas de concreto.	Raeder (2018)
Diretrizes - Green	Sustentabilidade ambiental para projetos residenciais em Maceió-AL: Procedimentos metodológicos para adequação de ferramenta de avaliação.	Rebello (2018)

Diretrizes - Green	Avaliação do consumo de energia em etapas iniciais do projeto: um estudo associando interfaces físicas e digitais como elemento qualificador do processo projetual.	Vannini (2018)
Diretrizes - Green	Análise de incertezas de parâmetro de processos críticos em avaliação do ciclo de vida de edificações completas.	Baiocchi (2019)
Diretrizes - Green	Estratégias bioclimáticas para projeto de edificações com base em dados meteorológicos entre 1960 e 2018 para capitais da Região Sul do Brasil.	Ribeiro (2019)
Diretrizes - Green	Eficiência energética em edifícios assistenciais de saúde e o uso dos projetos de referência para unidades de pronto atendimento.	Silva (2019)
Diretrizes - Green	Estudo dos projetos de cozinhas profissionais: a discussão da sustentabilidade.	Vilela (2019)
Diretrizes - Green e BIM	Método de obtenção de dados de impactos ambientais, durante o processo de desenvolvimento do projeto, através do uso de ferramenta BIM.	Marcos (2015)
Diretrizes - Green e BIM	Impactos da adoção de BIM na avaliação de energia e emissões de GHG incorporadas no ciclo de vida de edificações.	Barros (2016)
Diretrizes - Green e BIM	Análise da aplicabilidade da tecnologia BIM em projetos sustentáveis e etiquetagem de edificações no Brasil.	Zemero (2016)
Diretrizes - Green e BIM	A Análise Ambiental em Diálogo com a Ferramenta BIM.	Marques (2017)
Diretrizes - Green e BIM	Integração entre BIM e BPS: desafios na avaliação de desempenho ambiental na era do projeto e processos digitais.	Pinha (2017)
Diretrizes - Green e BIM	Automatização do fluxo de informações dentro do processo BIM com foco na avaliação do desempenho térmico, acústico e o custo das decisões projetuais.	Gonçalves (2018)
Diretrizes - Green e BIM	Aplicação Integrada de BIM e ACV como Ferramenta para Prevenção de Resíduo Sólido de Construção Civil.	Magalhães (2018)
Diretrizes - Green e BIM	Avaliação do ciclo de vida energético e de CO <sub>2</sub> através da modelagem da informação da construção (BIM) e simulação termo energética de uma habitação unifamiliar em <i>wood frame</i> .	Azevedo (2019)
Diretrizes - Green e BIM	Desenvolvimento de ferramenta BIM para avaliação prescritiva de eficiência energética integrada ao processo de projeto.	Oliveira (2019)
Diretrizes - Green, Lean e BIM	Evaluating the Interplay between BIM, Lean and Sustainability Concepts in Building Design.	Faria (2017)

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO A: ESPECIALISTAS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**Título do Trabalho:** PROPOSIÇÃO DE UMA MATRIZ DE MATURIDADE GREEN, LEAN E BIM PARA EMPRESAS DE AEC NA FASE DE PROJETO

**Mestranda:** Mayana Chagas Carvalho

**Orientadora:** Débora de Gois Santos

**Este questionário faz parte de uma pesquisa para Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe. O objetivo dessa pesquisa consiste em propor uma matriz de maturidade que contemple os princípios *Green*, *Lean* e BIM para empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) na fase de projeto.**

### Identificação do respondente

1- E-mail: \_\_\_\_\_

2- Maior grau de Escolaridade (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Nível Técnico	<input type="checkbox"/>	Superior Completo	<input type="checkbox"/>	Mestrado
<input type="checkbox"/>	Superior Incompleto	<input type="checkbox"/>	Especialização/MBA	<input type="checkbox"/>	Doutorado
<input type="checkbox"/>	Outro: _____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

3- Formação profissional (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Arquitetura e/ou Urbanismo	<input type="checkbox"/>	Outra: _____
<input type="checkbox"/>	Engenharia Civil	<input type="checkbox"/>	

4- Idade entre (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	abaixo de 20 anos	<input type="checkbox"/>	30 e 39 anos	<input type="checkbox"/>	50 e 59 anos
<input type="checkbox"/>	20 e 29 anos	<input type="checkbox"/>	40 e 49 anos	<input type="checkbox"/>	acima de 60 anos

5- Cidade em que exerce sua atuação: \_\_\_\_\_

6- Função na organização: \_\_\_\_\_

7- Tempo na função: \_\_\_\_\_

8- Tempo de experiência profissional atuando em áreas correlacionadas com a Indústria da Construção Civil: \_\_\_\_\_

9- Área(s) que possui experiência (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Incorporação	<input type="checkbox"/>	Fiscalização
<input type="checkbox"/>	Concepção e Viabilidade	<input type="checkbox"/>	Gerenciamento/Supervisão de Obras
<input type="checkbox"/>	Licitação	<input type="checkbox"/>	Operação/Manutenção
<input type="checkbox"/>	Projeto	<input type="checkbox"/>	Consultoria
<input type="checkbox"/>	Orçamento	<input type="checkbox"/>	Pesquisa e Ensino
<input type="checkbox"/>	Planejamento	<input type="checkbox"/>	Outra:
<input type="checkbox"/>	Construção	<input type="checkbox"/>	

### Conhecimento Prévio

10- Utilizando a escala de 0 a 5, como avaliaria seu grau de conhecimento em relação as temáticas abaixo:

Legenda: (0) Nenhum; (1) Muito Baixo; (2) Baixo; (3) Mediano; (4) Alto; (5) Muito Alto

Obs: Não precisam ser atribuídos necessariamente pesos diferentes para cada atividade, e sim deve ser levado em consideração a sua opinião/conhecimento a respeito do assunto (Marque um X na resposta que escolher).

	0	1	2	3	4	5
Green (Sustentabilidade)						
<i>Lean Construction</i>						
Building Information Model (BIM)						

11- Na sua opinião, como os princípios do Green (sustentabilidade) podem ser trabalhados na fase de projeto? \_\_\_\_\_

12- Cite 3 palavras-chave definem o *Green*? \_\_\_\_\_

13- Na sua opinião, como os princípios do Lean Construction podem ser trabalhados na fase de projeto? \_\_\_\_\_

14- Cite 3 palavras-chave definem o *Lean Construction*? \_\_\_\_\_

15- Na sua opinião, como o BIM pode ser trabalhado na fase de projeto?

\_\_\_\_\_

16- Cite 3 palavras-chave definem o BIM? \_\_\_\_\_

### Maturidade Organizacional

Em relação às **ETAPAS-CHAVE DA FASE DE PROJETO**, assinale um x na escala de 1 a 5, quanto a sua importância para a **GARANTIA DE QUALIDADE DA EDIFICAÇÃO** de acordo com a escala de 1 a 5 abaixo:

Legenda: (1) Sem importância; (2) Pouco importante; (3) Importante; (4) Muito importante; (5) Extremamente importante

Obs: Não precisam ser atribuídos necessariamente pesos diferentes para cada atividade, e sim deve ser levado em consideração a sua opinião/conhecimento a respeito do assunto.

ITEM	ETAPAS-CHAVE	ESCALA				
		1	2	3	4	5
4.1	Estabelecer um planejamento estratégico; definir os papéis e responsabilidades; contratar consultorias técnicas e/ou jurídicas; definir e controlar os processos de colaboração, coordenação e retroalimentação; realizar treinamentos; envolver os stakeholders e registrar formalmente as tomadas de decisões; definir requisitos de infraestrutura, as metas, os entregáveis (produtos e padronização das informações) e uma estrutura para validação (requisitos e métricas).					
4.2	Levantar as informações preliminares e técnicas específicas; elaborar o programa geral de necessidades; definir o conjunto de diretrizes básicas do projeto; analisar terrenos com base em critérios de busca; realizar o estudo de viabilidade técnica, econômica e comercial; e analisar criticamente o processo.					
4.3	Desenvolver o estudo preliminar de arquitetura envolvendo o detalhamento do programa de necessidades, seleção tecnológica, diretrizes de concepção da estrutura e de disciplinas complementares; validar o estudo preliminar e de viabilidade; e analisar criticamente o processo.					
4.4	Desenvolver e definir o anteprojeto de arquitetura, estrutura e complementares buscando aliando aos requisitos construtivos; validar o anteprojeto e elaborar o projeto legal para aprovação nos órgãos competentes.					
4.5	Detalhar aos projetos executivos e de produção envolvendo a participação dos envolvidos; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.					
4.6	Entregar e apresentar os projetos executivos e de produção disponibilizando o caderno de especificações; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.					
4.7	Realizar o acompanhamento técnico durante a execução da obra através de visitas técnicas, reuniões e indicadores de projetos; elaborar o <i>as built</i> e os manuais dos proprietários/síndicos; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.					
4.8	Acompanhar, através de indicadores da assistência técnica, o uso, operação e manutenção da edificação; realizar a					

	avaliação pós-ocupação com os usuários da edificação; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.					
4.9	Desenvolver um plano de readequação, com a previsão de novos sistemas, ou de desconstrução da edificação; analisar criticamente o projeto e retroalimentar o processo.					

Agradecemos a participação.

A identidade dos respondentes, assim como da empresa, será preservada.

Os dados e respostas obtidos serão utilizados para a análise dos resultados da pesquisa.

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO B: ORGANIZAÇÕES



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**Título do Trabalho:** PROPOSIÇÃO DE UMA MATRIZ DE MATURIDADE GREEN, LEAN E BIM PARA EMPRESAS DE AEC NA FASE DE PROJETO

**Mestranda:** Mayana Chagas Carvalho

**Orientadora:** Débora de Gois Santos

**Este questionário faz parte de uma pesquisa para Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe. O objetivo dessa pesquisa consiste em propor uma matriz de maturidade que contemple os princípios *Green*, *Lean* e BIM para empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) na fase de projeto.**

### Identificação do respondente

1- E-mail: \_\_\_\_\_

2- Maior grau de Escolaridade: (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Nível Técnico	<input type="checkbox"/>	Superior Completo	<input type="checkbox"/>	Mestrado
<input type="checkbox"/>	Superior Incompleto	<input type="checkbox"/>	Especialização/MBA	<input type="checkbox"/>	Doutorado
<input type="checkbox"/>	Outro: _____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

3- Formação profissional:

<input type="checkbox"/>	Arquitetura e/ou Urbanismo	<input type="checkbox"/>	Outra:
<input type="checkbox"/>	Engenharia Civil	<input type="checkbox"/>	

4- Idade entre (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	abaixo de 20 anos	<input type="checkbox"/>	30 e 39 anos	<input type="checkbox"/>	50 e 59 anos
<input type="checkbox"/>	20 e 29 anos	<input type="checkbox"/>	40 e 49 anos	<input type="checkbox"/>	acima de 60 anos

5- Cidade em que exerce sua atuação: \_\_\_\_\_

6- Função na organização: \_\_\_\_\_

7- Tempo na função: \_\_\_\_\_

8- Tempo de experiência profissional atuando em áreas correlacionadas com a Indústria da Construção Civil: \_\_\_\_\_

9- Área(s) que possui experiência (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Incorporação	<input type="checkbox"/>	Fiscalização
<input type="checkbox"/>	Concepção e Viabilidade	<input type="checkbox"/>	Gerenciamento/Supervisão de Obras
<input type="checkbox"/>	Licitação	<input type="checkbox"/>	Operação/Manutenção
<input type="checkbox"/>	Projeto	<input type="checkbox"/>	Consultoria
<input type="checkbox"/>	Orçamento	<input type="checkbox"/>	Pesquisa e Ensino
<input type="checkbox"/>	Planejamento	<input type="checkbox"/>	Outra:
<input type="checkbox"/>	Construção	<input type="checkbox"/>	

**Identificação da organização Privada:**

10- Razão Social: \_\_\_\_\_

11- Cidade/Estado: \_\_\_\_\_

12- Porte (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Micro: organizações com faturamento anual até R\$ 360 mil ou com até 9 empregados, para comércio e serviços, ou até 19 empregados, para indústria;
<input type="checkbox"/>	Pequena: organizações com faturamento anual de R\$ 360 mil até R\$ 4,8 milhões ou com 10 a 49 empregados, para comércio e serviços, ou com 20 a 99 empregados, para indústria;
<input type="checkbox"/>	Média: organizações com faturamento anual de R\$ 4,8 milhões até R\$ 300 milhões ou com 50 a 99 empregados, para comércio e serviços, ou com 100 a 499 empregados, para indústria;
<input type="checkbox"/>	Grande: organizações com faturamento anual acima de R\$ 300 milhões ou acima de 100 empregados, para comércio e serviços, ou acima de 500 empregados, para indústria;

13- Ano \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ Fundação: \_\_\_\_\_

**Dados gerais da organização**

14- Área de atuação no mercado/principal especialidade (Marque um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Incorporação	<input type="checkbox"/>	Fiscalização
<input type="checkbox"/>	Concepção e Viabilidade	<input type="checkbox"/>	Gerenciamento/Supervisão de Obras
<input type="checkbox"/>	Licitação	<input type="checkbox"/>	Operação/Manutenção
<input type="checkbox"/>	Projeto	<input type="checkbox"/>	Consultoria
<input type="checkbox"/>	Orçamento	<input type="checkbox"/>	Pesquisa e Ensino
<input type="checkbox"/>	Planejamento	<input type="checkbox"/>	Outra:
<input type="checkbox"/>	Construção	<input type="checkbox"/>	

(Se marcou a opção projeto, identifique o tipo marcando um X na resposta que escolher):

<input type="checkbox"/>	Projeto de Arquitetura	<input type="checkbox"/>	Projeto de Drenagem
--------------------------	------------------------	--------------------------	---------------------



	Projeto de Decoração		Projeto de Topografia
	Projeto de SPDA		Projeto de Paisagismo
	Projeto de Gás		Projeto Ar-Condicionado e Exaustão
	Projeto de Estrutura		Projeto Compatibilização
	Projeto de Fundações e Geotecnia		Projeto Telefonia
	Projeto de Instalações Elétricas		Projeto Incêndio
	Projeto de Segurança Patrimonial		Outra: _____

15- A organização em que trabalha possui planejamento estratégico (adaptado de Santos, 2018)? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, comente? \_\_\_\_\_

16- A organização em que trabalha possui Sistema de Gestão da Qualidade - SGQ (adaptado de Santos, 2018)? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, comente (Qual SGQ?; O processo é automatizado?; Quais os principais benefícios?; Existe pontos negativos?; e Possui alguma relação com a fase de projeto?):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

17- A organização em que trabalha possui Sistema de Gestão da Informação - SGI?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, comente (Qual SGI?; O processo é automatizado?; Quais os principais benefícios?; Existe pontos negativos?; e Possui alguma relação com a fase de projeto?):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

18- A organização em que trabalha possui Sistema de Gestão do Conhecimento - SGC?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, comente (Qual SGC?; O processo é automatizado?; Quais os principais benefícios?; Existe pontos negativos?; e Possui alguma relação com a fase de projeto?):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

A organização em que trabalha, investe no desenvolvimento de uma cultura organizacional?

( ) Sim ( ) Não

Se sim, comente (Quais os benefícios?; Existe pontos negativos?; De que forma a cultura contribui para o desenvolvimento do trabalho?; A cultura facilita as mudanças dentro da organização): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Conhecimento Prévio

19- Utilizando a escala de 0 a 5, como avaliaria seu grau de conhecimento em relação as temáticas abaixo:

Legenda: (0) Nenhum; (1) Muito Baixo; (2) Baixo; (3) Mediano; (4) Alto; (5) Muito Alto

Obs: Não precisam ser atribuídos necessariamente pesos diferentes para cada atividade, e sim deve ser levado em consideração a sua opinião/conhecimento a respeito do assunto (Marque um X na resposta que escolher).

	0	1	2	3	4	5
Green (Sustentabilidade)						
<i>Lean Construction</i>						
Building Information Model (BIM)						

20- Na sua opinião, como os princípios do Green (sustentabilidade) podem ser trabalhados na fase de projeto? \_\_\_\_\_

21- Cite 3 palavras-chave definem o *Green*? \_\_\_\_\_

22- Na sua opinião, como os princípios do Lean Construction podem ser trabalhados na fase de projeto? \_\_\_\_\_

23- Cite 3 palavras-chave definem o *Lean Construction*? \_\_\_\_\_

24- Na sua opinião, como o BIM pode ser trabalhado na fase de projeto? \_\_\_\_\_

25- Cite 3 palavras-chave definem o BIM? \_\_\_\_\_

26- A organização aplica os princípios/metodologia abaixo relacionadas durante a fase de projeto? (Marque um X na resposta que escolher).

	Sim	Não
Green (Sustentabilidade)		
<i>Lean Construction</i>		
Building Information Model (BIM)		

27- Em caso afirmativo na questão anterior, por favor cite exemplos de suas aplicações: \_\_\_\_\_

28- Possui experiência com o BIM? ( ) Sim ( ) Não. Em caso afirmativo: Quantos anos de experiência com o BIM você tem? (Marque um X na resposta que escolher)

	Até menos de 2 anos		de 5 até menos de 8 anos
	de 2 até menos de 5 anos		8 anos ou mais

### Identificação do setor de projetos

29- A organização possui um setor específico de projetos? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, quais as atividades desenvolvidas por este setor? \_\_\_\_\_

30- Em relação ao desenvolvimento de projetos, marque as seguintes questões considerando o que ocorre com maior frequência na organização (Marque um X na resposta que escolher):

	Terceirizados	Desenvolvido na própria organização	Outro
A concepção do produto é:			
Os projetos de Arquitetura são:			
Os projetos Estruturais são:			
Os projetos Complementares são:			
Os projetos Executivos são:			
Os Manuais do Proprietário e do Síndico são:			

31- A organização realiza a gestão do processo de projeto? ( ) Sim ( ) Não

Comente por favor: \_\_\_\_\_

E em caso afirmativo, com relação à prática dessa gestão, qual a percepção pelos principais envolvidos sobre a importância (ou geração de valor) para o sucesso dos projetos e/ou negócios do setor (Adaptado Silva 2020)? (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Agrega muito valor	<input type="checkbox"/>	Agrega pouco valor
<input type="checkbox"/>	Agrega algum valor	<input type="checkbox"/>	Não agrega valor

32- A organização possui um profissional responsável pela gestão do processo de projeto? (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Sim, pertencente ao quadro de empregados	<input type="checkbox"/>	Sim, terceirizado	<input type="checkbox"/>	Não
--------------------------	--	--------------------------	-------------------	--------------------------	-----

Se sim, qual a formação deste profissional?

<input type="checkbox"/>	Arquitetura e/ou Urbanismo	<input type="checkbox"/>	Outra:
<input type="checkbox"/>	Engenharia Civil	<input type="checkbox"/>	

Qual o nível de escolaridade atual deste profissional?

<input type="checkbox"/>	Nível Técnico	<input type="checkbox"/>	Superior Completo	<input type="checkbox"/>	Mestrado
<input type="checkbox"/>	Superior Incompleto	<input type="checkbox"/>	Especialização	<input type="checkbox"/>	Doutorado

Qual o tempo de experiência deste profissional? \_\_\_\_\_

E com relação a atuação deste profissional junto aos projetos e seus gerentes, qual a percepção pelos principais envolvidos sobre sua importância (ou geração de valor) para o sucesso dos projetos (Adaptado Silva 2020)? (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Agrega muito valor	<input type="checkbox"/>	Agrega pouco valor
<input type="checkbox"/>	Agrega algum valor	<input type="checkbox"/>	Não agrega valor

33- Qual a duração média dos projetos, considerando da fase de planejamento à fase de entrega dos projetos executivos e de produção à equipe da obra (Adaptado Silva 2020)?

34- A organização adota ou possui procedimentos para o desenvolvimento de projetos? (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Sim e são formalizados	<input type="checkbox"/>	Sim, mas não são formalizados	<input type="checkbox"/>	Não
--------------------------	------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------	-----

Comente por favor: \_\_\_\_\_

35- Qual o fluxo dos projetos dentro da organização (etapas de desenvolvimento do projeto, tomadas de decisões, interação com outras disciplinas?

Comente por favor: \_\_\_\_\_

36- A Pandemia da COVID-19 influenciou no processo/fluxo de projeto? Se sim, comente por favor (Quais as principais mudanças / Houve dificuldades para adaptação).

37- Qual a tecnologia utilizada para o desenvolvimento dos projetos? (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	CAD	<input type="checkbox"/>	BIM	<input type="checkbox"/>	CAD/BIM	<input type="checkbox"/>	Outra:
--------------------------	-----	--------------------------	-----	--------------------------	---------	--------------------------	--------

38- A instituição já iniciou o processo de implantação do BIM? ( ) Sim ( ) Não

Caso afirmativo: Há quanto tempo? (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Até menos de 1 ano	<input type="checkbox"/>	De 3 até menos de 5 anos
<input type="checkbox"/>	De 1 até menos de 3 anos	<input type="checkbox"/>	5 anos ou mais

39- Caso negativo: A organização em que trabalha planeja iniciar a implementação do BIM? (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Sim, em menos de 1	<input type="checkbox"/>	Sim, acima de 3 anos
<input type="checkbox"/>	Sim, de 1 a 3 anos	<input type="checkbox"/>	Não planeja

40- O processo de adoção do BIM no desenvolvimento dos projetos foi ou está sendo introduzido pela: (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Alta Gestão	<input type="checkbox"/>	Média Gestão	<input type="checkbox"/>	Nível Operacional
--------------------------	-------------	--------------------------	--------------	--------------------------	-------------------

41- Em qual (is) fase (s) do ciclo de vida do projeto, o BIM está sendo utilizado: (Marque um X na resposta que escolher)

<input type="checkbox"/>	Planejamento Estratégico	<input type="checkbox"/>	Licitação e Contratação
<input type="checkbox"/>	Concepção	<input type="checkbox"/>	Construção (Gerenciamento/Fiscalização/Supervisão)
<input type="checkbox"/>	Conceituação	<input type="checkbox"/>	Construção (Gerenciamento/Fiscalização/Supervisão)
<input type="checkbox"/>	Viabilidade	<input type="checkbox"/>	Comissionamento
<input type="checkbox"/>	Incorporação e Marketing	<input type="checkbox"/>	Uso e operação
<input type="checkbox"/>	Projeto	<input type="checkbox"/>	Manutenção e Monitoramento

	Comercialização		Descomissionamento (Retrofit / Desconstrução)
	Planejamento e Orçamentação		Outro:

42- Quais os principais usos do BIM na organização? (Marque um X na resposta que escolher)

	Programação		Planejamento de utilização
	Análise do Local		Projeto do Sistema de Construção
	Planejamento 4D		Fabricação Digital
	Estimativa de Custo		Planejamento e Controle 3D
	Modelagem de Condições Existentes		Planejamento de Manutenção
	Projeto Autoral		Análise do Sistema Construtivo
	Análise Estrutural		Gestão de Ativos
	Análise Luminotécnica		Gestão de Espaço/Rastreamento
	Análise Energética		Planejamento contra Desastres
	Análise Mecânica		Modelagem de Registro
	Avaliação de Sustentabilidade		Realidade Virtual
	Validação de Códigos		Realidade Aumentada
	Revisão do projeto		Outro:

43- Qual das fases abaixo relacionadas é despendido um maior tempo de dedicação ao projeto? (Marque um X na resposta que escolher)

	Planejamento Estratégico
	Planejamento do Empreendimento (Preparação)
	Concepção (Estudo Preliminar)
	Definição e documentação legal (Anteprojeto /Projeto Legal)
	Desenvolvimento
	Documentação dos projetos executivos e de produção
	Acompanhamento técnico e elaboração do as built e manuais
	Uso, Operação e Manutenção/ Avaliação Pós-ocupação
	Retrofit/Desconstrução

44- Em qual estágio está a sua organização no processo de adoção do BIM (Brito, 2019)? (Marque um X na resposta que escolher)

	Pré-BIM (preparação interna da adoção com a realização de treinamentos, consultorias, testes e parcerias)
	Modelagem baseada em objetos (uso do BIM em pelo menos uma disciplina em uma fase do ciclo de vida do empreendimento)
	Colaboração baseada em modelos (uso multidisciplinar do BIM com o intercâmbio acelerado de modelos entre os envolvidos no empreendimento)
	Integração baseada em redes (intercâmbio interdisciplinar simultâneo de modelos nD ao longo das fases do ciclo de vida do empreendimento)
	Pós-BIM (ponto variável que representa a meta em constante evolução, para entregar ferramentas e conceitos virtualmente integrados de projeto, construção e operação, ultrapassando os estágios anteriores)

45- Comentários opcionais? \_\_\_\_\_

### Maturidade Organizacional

Em relação às **PRÁTICAS-CHAVES DA FASE DE PROJETO**, que envolvem um empreendimento, assinale um x na escala de 1 a 5, sua frequência de aplicação para a **GARANTIA DE QUALIDADE DA EDIFICAÇÃO**:

Legenda: (1) Nunca; (2) Pouca frequência; (3) Frequentemente; (4) Muita Frequência; (5) Sempre

ITEM	PRÁTICAS-CHAVE	ESCALA				
		1	2	3	4	5
4.1.1	É estabelecido um planejamento estratégico na organização;					
4.1.2	Antes de iniciar um projeto são definidos os papéis e responsabilidades dos stakeholders;					
4.1.3	A organização busca a contratação de consultorias técnicas e/ou jurídicas;					
4.1.4	Antes de iniciar um projeto são definidos os processos de colaboração, coordenação e retroalimentação;					
4.1.5	Antes de iniciar o projeto são definidos um fluxograma e/ou cronograma de atividades contemplando as metas de cada fase do projeto;					
4.1.6	Antes de iniciar os projetos são definidos os requisitos de infraestrutura (física, software, hardware, rede);					
4.1.7	Em cada fase do projeto há o envolvimento dos stakeholders e registro formal das tomadas de decisões;					
4.1.8	Em cada fase do projeto são utilizados mecanismos de controle para monitoramento do projeto;					
4.1.9	Realiza treinamentos;					
4.1.10	Definir requisitos de infraestrutura, as metas, os entregáveis (produtos e padronização das informações) e uma estrutura para validação (requisitos e métricas);					
4.1.11	Analisa a sua capacidade instalada para atender as suas próprias necessidades;					
4.1.12	Realiza a caracterização dos meios para atuar segundo cada estratégia e capacidade de financiamento da produção (tecnologia, projeto, marketing);					
4.1.13	Define as características dos produtos a serem trabalhados em cada estratégia;					
4.1.14	Define um profissional responsável pela gestão do processo de projeto;					
4.1.15	Define as necessidades e padrões ligados à gestão das atividades de projeto, bem com a definição do uso de sistema de classificação da informação da construção – BIM.					
4.1.16	Define as diretrizes de modelagem, protocolos de colaboração e intercâmbio de dados, incluindo controle de acesso.					
4.1.17	Define os procedimentos executivos de soluções padrões para cada tipologia do empreendimento.					
4.1.18	Há a definição de um conjunto de <i>templates</i> e famílias paramétricas a serem utilizados pelos projetistas.					

4.2.1	Realiza a pesquisa de mercado ou levantamento de demanda (caracterização, tipologias com demanda potencial e terrenos disponíveis, capacidade de financiamento do proprietário e usuário);					
4.2.2	Analisa as possibilidades de parcerias ou participação em empreendimentos de terceiros;					
4.2.3	Formula o programa de necessidades (briefing) geral do empreendimento e avalia as demandas específicas;					
4.2.4	Define as premissas tecnológicas e de projeto para cada tipo de sistema (estruturais, pisos, vedações, cobertura, instalações, dentre outros) pensando em todo ciclo de vida do empreendimento;					
4.2.5	Esclarece as limitações de orçamento (budget) e de prazos de projetos, gerais e por etapas, e de execução;					
4.2.6	Estabelece critérios para a busca/análise de terrenos e emite um relatório de potencialidade dos terrenos analisados (as restrições legais e de uso e ocupação, infraestrutura existente e a construir pelo poder público, aspectos ambientais, estudo analítico e de massa);					
4.2.7	Identifica as especialidades, qualificações e escopos dos projetos a contratar, delimitando as características (incluindo critérios de desempenho pretendido) e diretrizes de desenvolvimento do projeto;					
4.2.8	Realiza o estudo de viabilidade técnica/construtiva, econômica e comercial;					
4.2.9	Estimativa dos recursos necessários ao desenvolvimento dos projetos (prazos, softwares, procedimentos operacionais, ferramentas de gestão colaborativa);					
4.2.10	Utiliza no planejamento ferramentas de controle visual;					
4.2.11	Compartilha procedimentos, ficheiros e documentos entre os envolvidos no processo.					
4.2.12	Define critérios de qualificação técnica, estabelece metas e indicadores para a análise e avaliação das propostas de prestação de serviços dos projetistas;					
4.2.13	Estabelece e adota indicadores (valores e/ou percentuais) de custos.					
4.2.14	São avaliadas a interoperabilidade (toca de dados em IFC) entre os softwares utilizados pelos projetistas					
4.3.1	Identifica e planeja as etapas de desenvolvimento dos projetos;					
4.3.2	Define, desenha e coordena o fluxo de informações e de trabalho entre os agentes envolvidos (padrões e procedimentos para a geração e troca de informações, elabora manuais com diretrizes e soluções padronizadas de projeto);					
4.3.3	Documenta o programa de necessidade detalhado (ambientes e equipamentos das áreas privativas e das áreas comuns);					
4.3.4	Analisa ideias ou soluções de projetos adotadas pelo mercado;					
4.3.5	Analisa criticamente e documenta as soluções adotadas para as interfaces técnicas dos projetos (sistemas e subsistemas construtivos definidos);					

4.3.6	Elabora o Estudo Preliminar dos projetos de arquitetura, estrutura e complementares.					
4.4.1	Elabora o Anteprojeto de arquitetura, estrutura e complementares.					
4.4.2	Realiza uma avaliação formal da energia operacional da edificação e suas implicações na emissão de CO <sup>2</sup> .					
4.4.3	Adota sistemas de reciclagem, reutilização de materiais, captação e reaproveitamento de água pluviais, reuso de águas cinza					
4.4.4	Nos projetos prioriza uso sustentável da terra e a manutenção ou aumento da biodiversidade local.					
4.4.5	Prioriza a saúde e bem-estar do cliente, atendendo as suas necessidades e o seu conforto, buscando tornar o projeto acessível.					
4.4.6	Considera nos projetos o impacto na comunidade local e o valor social gerado devido à implantação da edificação.					
4.4.7	Considera as modulações dos materiais especificados visando a redução das perdas;					
4.4.8	Adota soluções de projetos visando a padronização e utilização de elementos (componentes) pré-fabricados;					
4.4.9	Adota soluções de projeto que contemplem a utilização de energias renováveis;					
4.4.10	Utiliza os princípios da arquitetura bioclimática;					
4.4.11	Estabelece critérios para a seleção de materiais sustentáveis;					
4.4.12	Analisa criticamente e valida memoriais e desenhos de venda, estande de vendas, maquetes e unidade modelo.					
4.4.13	Definição dos subsistemas e dos métodos construtivos, considerados o processo de produção e a estratégia do empreendedor;					
4.4.14	Consulta à legislação e aos órgãos técnicos públicos (OTP) municipais, estaduais e federais e roteirização de aprovações legais do projeto;					
4.4.15	Analisa os custos de alternativas tecnológicas para execução;					
4.4.16	Elabora de memoriais descritivos do produto utilizando parâmetros de desempenho, sustentabilidade e qualidade para as especificações técnicas;					
4.4.17	Analisa e prioriza a reutilização ou utilização de materiais disponíveis no local visando reduzir a energia incorporada da edificação e suas implicações na emissão de CO <sup>2</sup> ;					
4.4.18	Conferência de documentação legal e sua aprovação de projetos nos órgãos competentes.					
4.4.19	Busca otimizar a construção para evitar perdas em seu processo de construção.					
4.4.20	Permite que haja flexibilidade no uso dos espaços disponibilizando mais opções ao cliente.					
4.4.21	Busca adotar soluções para a permeabilidade da água, observando o ciclo hidrológico do local.					
4.4.22	Busca em seus projetos propiciar conforto a seus clientes no uso dos ambientes.					



4.4.23	Busca adotar alternativas que propiciem eficiência e autonomia energética a edificação.					
4.4.24	Realiza avaliações / simulações de desempenho ambiental da edificação					
4.5.1	Define das soluções técnicas finais por especialidade de projeto;					
4.5.2	Identifica a necessidade, seleção e contratação de especialistas para análise crítica de projetos (Avaliação Técnica de Projeto);					
4.5.3	Elabora o projeto executivo e de produção;					
4.5.4	Verifica todos os documentos gerados pelos projetistas e especialistas.					
4.5.5	Realiza a verificação automatizada dos projetos para análise de interferências.					
4.5.6	Utiliza ferramenta de gestão visual para o acompanhamento dos projetos.					
4.5.7	Toma uma decisão por consenso, analisando e discutindo todas as opiniões da equipe.					
4.6.1	Avalia o desempenho dos serviços de projeto contratados;					
4.6.2	Avalia os projetos por indicadores;					
4.6.3	Apresenta e disponibiliza os projetos à equipe de execução da obra.					
4.6.4	Apresenta e disponibiliza os quantitativos e considerações adotadas de cada projeto.					
4.6.5	Apresenta e disponibiliza o memorial descritivo e de especificação.					
4.6.6	Participa do planejamento da execução, disponibilizando pelo menos um profissional do setor para auxiliar					
4.6.7	Participa da orçamentação, disponibilizando pelo menos um profissional do setor para auxiliar					
4.7.1	Realiza o acompanhamento e avaliação da qualidade dos projetos, disponibilizando pelo menos um profissional do setor para fiscalizar a obra (identifica desperdícios ou oportunidades de melhoria que podem ser previstas em projeto);					
4.7.2	Controla os registros das causas de modificações de projetos em obra através processos que definem e caracterizam os problemas ocorridos;					
4.7.3	Coleta dados e elabora o as <i>built</i> ;					
4.7.4	Retroalimenta o processo e toda a equipe para que sejam revisados os métodos projetuais e/ou premissas/diretrizes de projeto;					
4.7.5	Realiza o acompanhamento técnico da elaboração do manual do proprietário para o uso, conservação e manutenção da edificação.					
4.8.1	Realiza o acompanhamento técnico da entrega formal dos manuais e projetos atualizados, explicando todo o seu conteúdo;					
4.8.2	Realiza uma avaliação de pós-ocupação (analisa o grau de					

	satisfação do cliente final e o desempenho do produto quanto a projeto);					
4.8.3	Registra as ocorrências da assistência técnica e utiliza os dados coletados para retroalimentar o processo;					
4.8.4	Realiza as manutenções (tipos) e controla seus custos através de indicadores.					
4.9.1	Realiza o diagnóstico da edificação para estudar a melhor proposta de intervenção: reforma, <i>retrofit</i> ou desconstrução.					

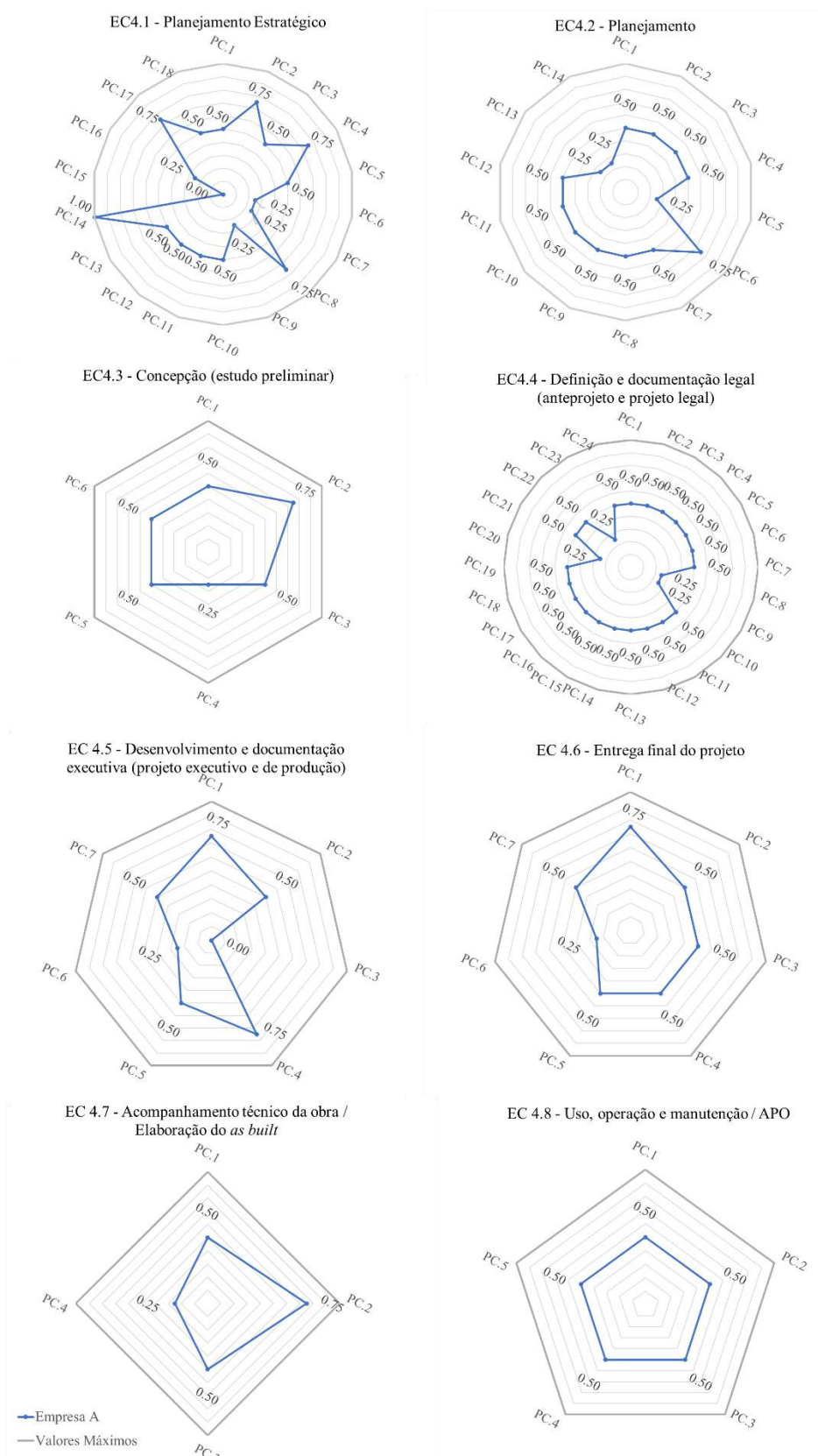
Agradecemos a participação.

A identidade dos respondentes, assim como da organização, será preservada.

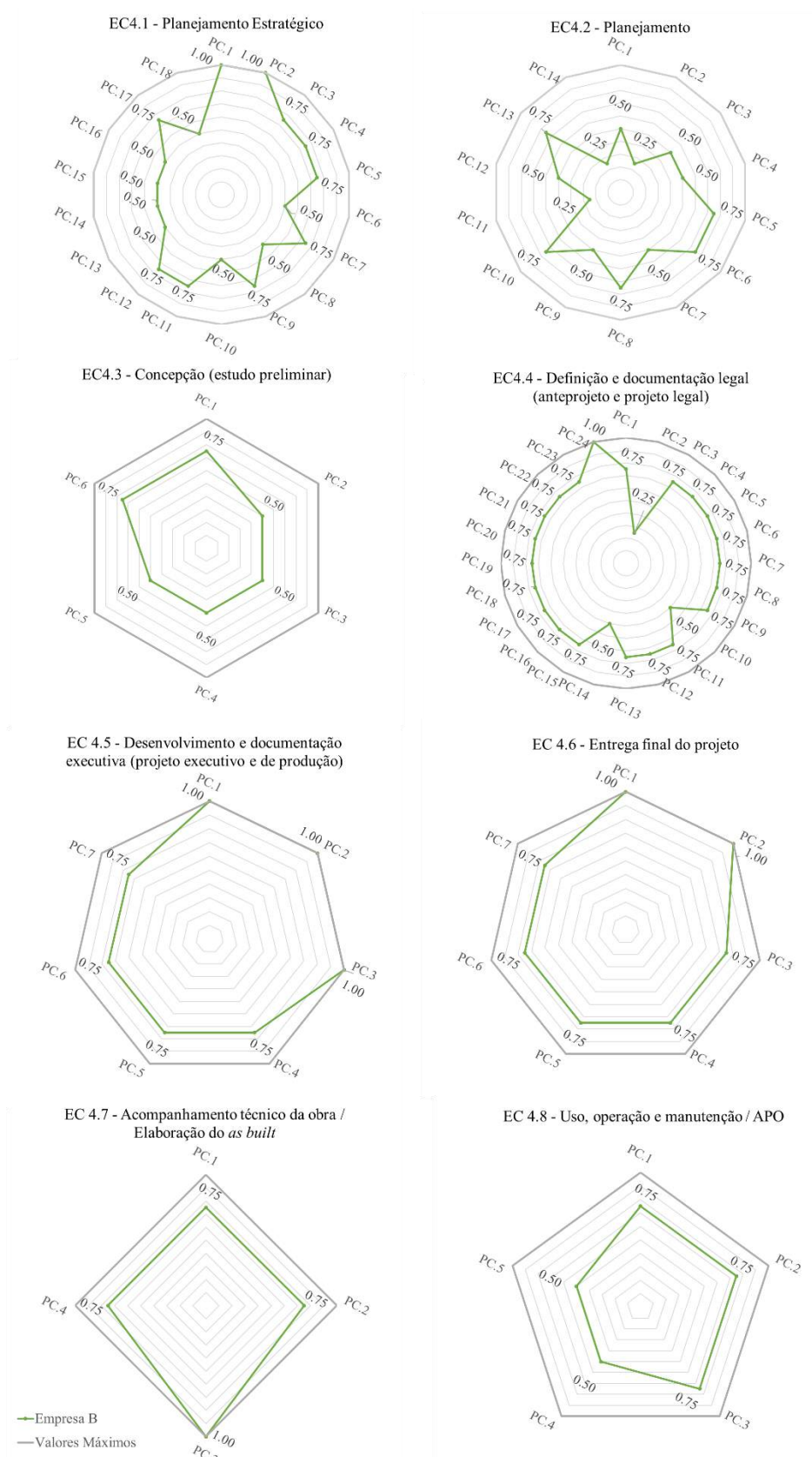
Os dados e respostas obtidos serão utilizados para a análise dos resultados da pesquisa.

## APÊNDICE E – RESULTADOS DAS PRÁTICAS-CHAVES POR EMPRESA

### EMPRESA A



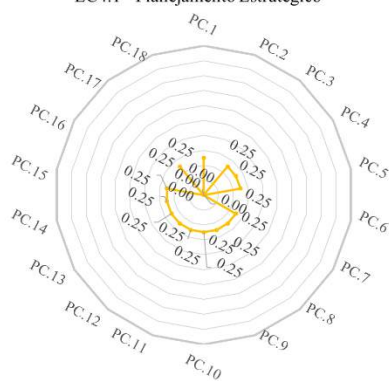
### EMPRESA B



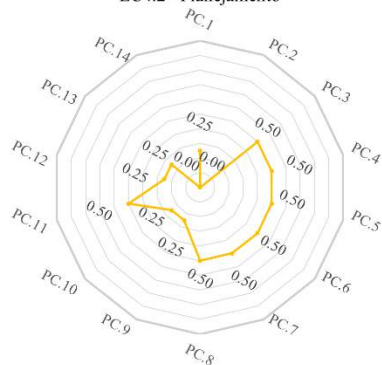
Fonte: Autora (2020)

EMPRESA C

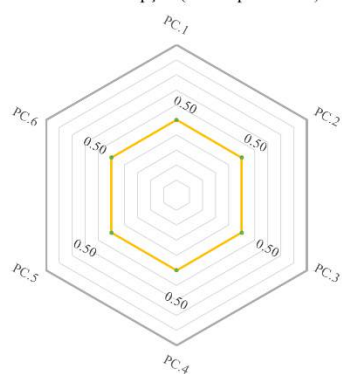
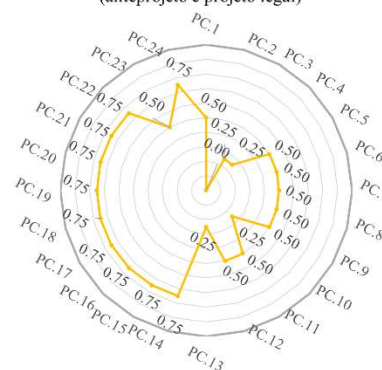
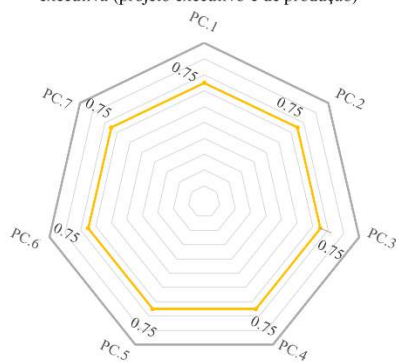
EC4.1 - Planejamento Estratégico



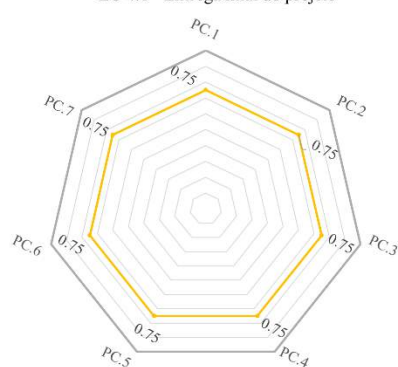
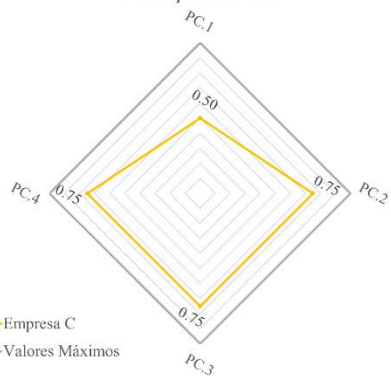
EC4.2 - Planejamento



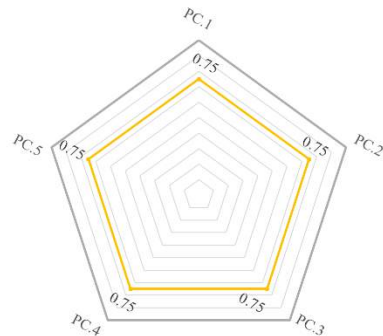
EC4.3 - Concepção (estudo preliminar)

EC4.4 - Definição e documentação legal  
(anteprojeto e projeto legal)EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação  
executiva (projeto executivo e de produção)

EC 4.6 - Entrega final do projeto

EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra /  
Elaboração do as built

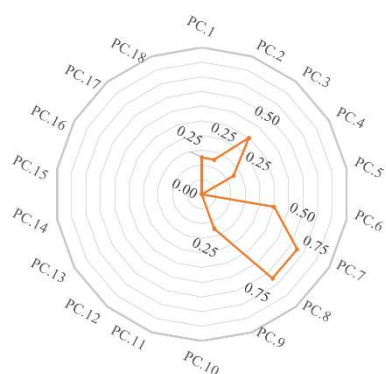
EC 4.8 - Uso, operação e manutenção / APO



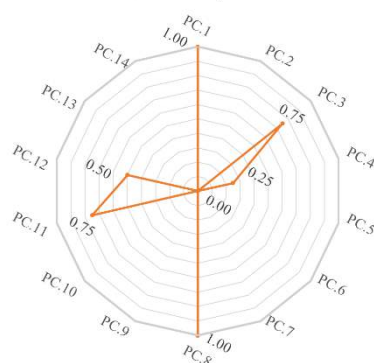
— Empresa C  
— Valores Máximos

EMPRESA D

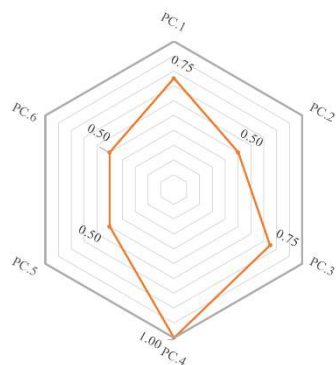
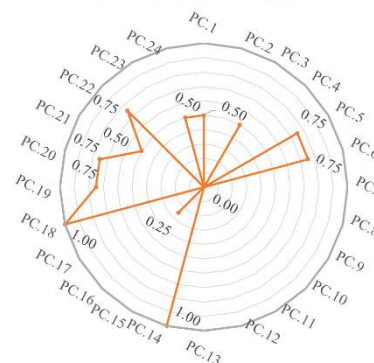
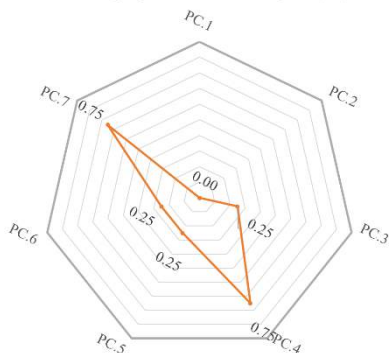
EC4.1 - Planejamento Estratégico



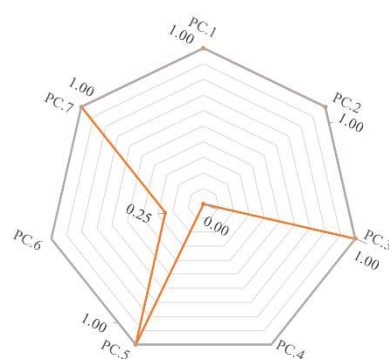
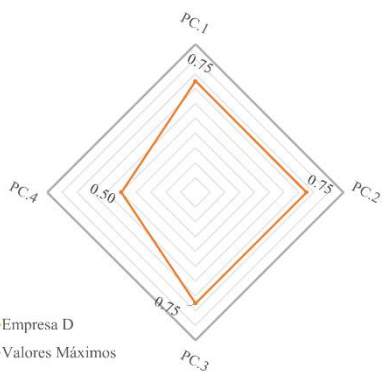
EC4.2 - Planejamento



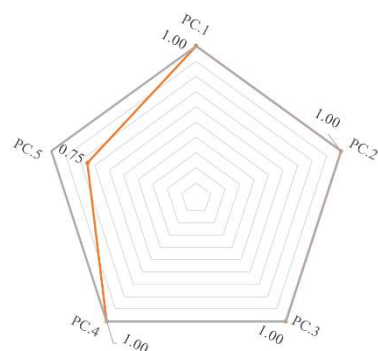
EC4.3 - Concepção (estudo preliminar)

EC4.4 - Definição e documentação legal  
(anteprojeto e projeto legal)EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação  
executiva (projeto executivo e de produção)

EC 4.6 - Entrega final do projeto

EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra /  
Elaboração do as built

EC 4.8 - Uso, operação e manutenção / APO

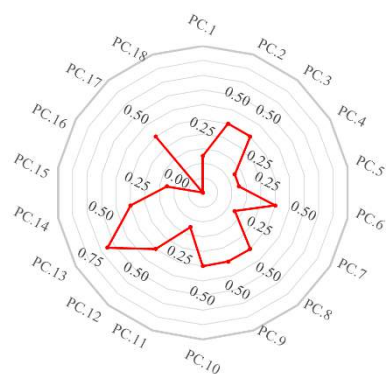


— Empresa D  
— Valores Máximos

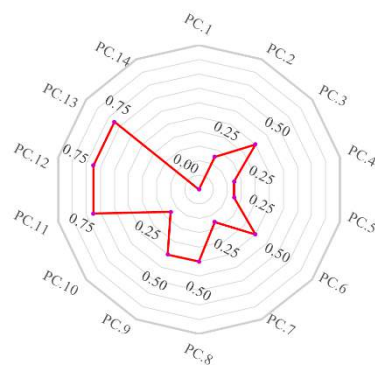
EMPRESA E



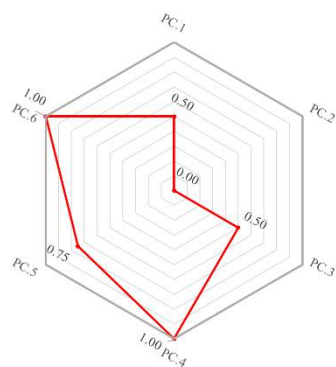
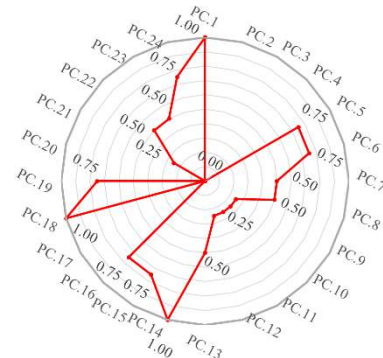
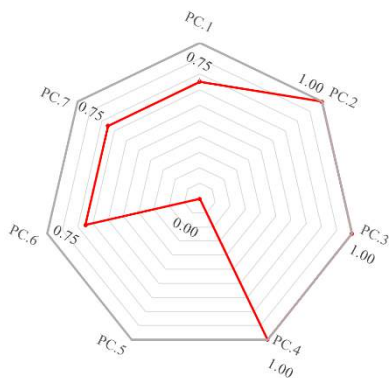
EC4.1 - Planejamento Estratégico



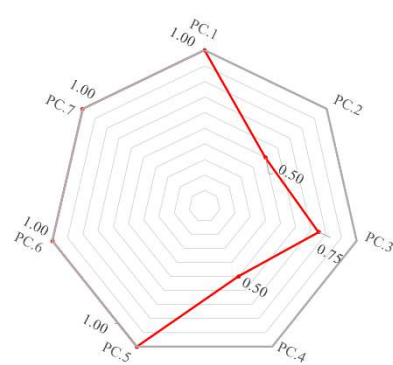
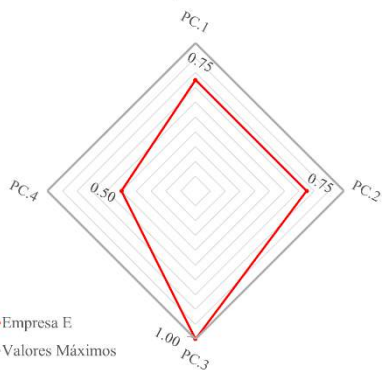
EC4.2 - Planejamento



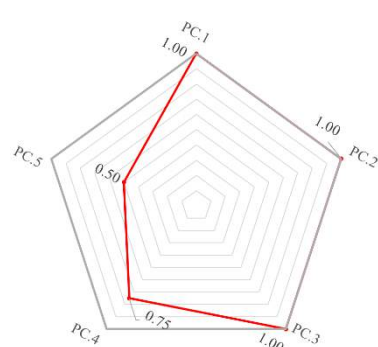
EC4.3 - Concepção (estudo preliminar)

EC4.4 - Definição e documentação legal  
(anteprojeto e projeto legal)EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação  
executiva (projeto executivo e de produção)

EC 4.6 - Entrega final do projeto

EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra /  
Elaboração do *as built*

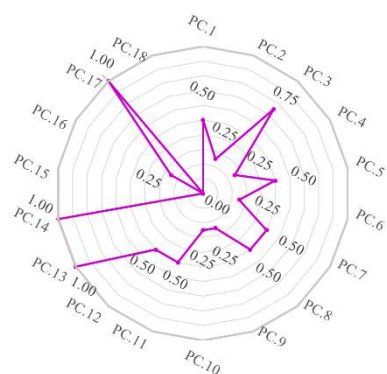
EC 4.8 - Uso, operação e manutenção / APO



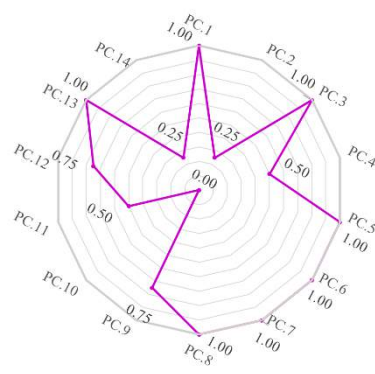
— Empresa E  
— Valores Máximos

EMPRESA F

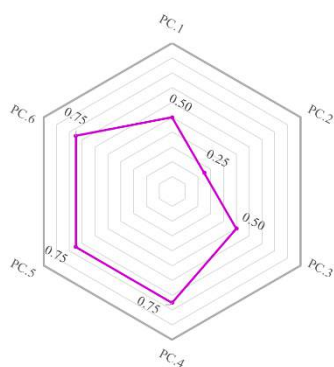
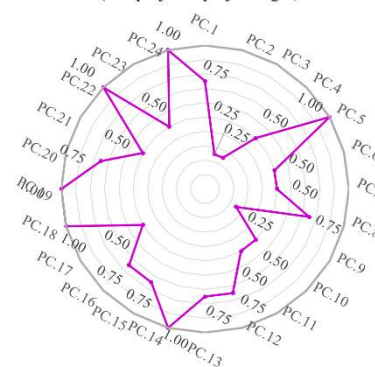
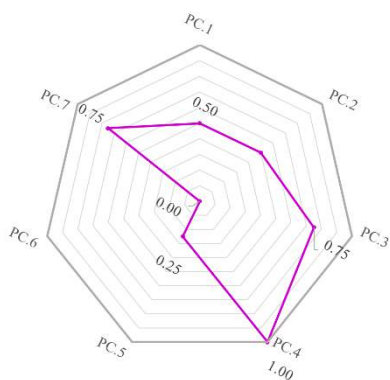
EC4.1 - Planejamento Estratégico



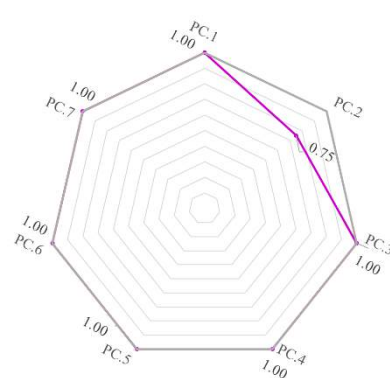
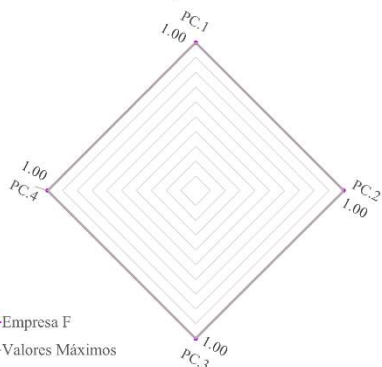
EC4.2 - Planejamento



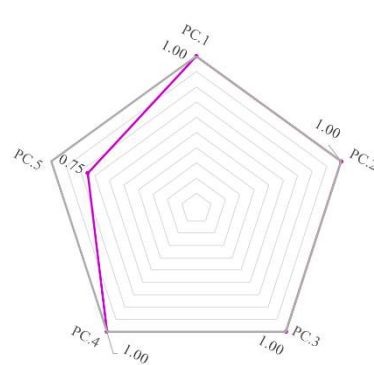
EC4.3 - Concepção (estudo preliminar)

EC4.4 - Definição e documentação legal  
(anteprojeto e projeto legal)EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação  
executiva (projeto executivo e de produção)

EC 4.6 - Entrega final do projeto

EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra /  
Elaboração do as built

EC 4.8 - Uso, operação e manutenção / APO

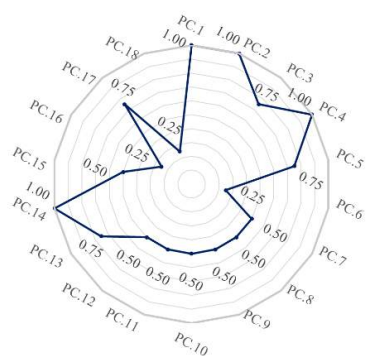


— Empresa F  
— Valores Máximos

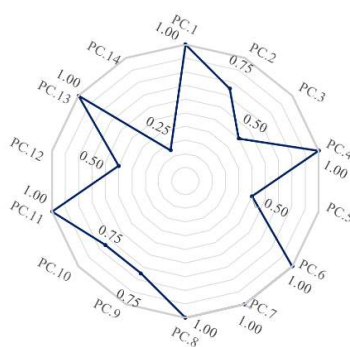
EMPRESA G



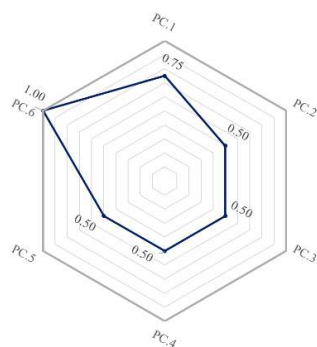
EC4.1 - Planejamento Estratégico



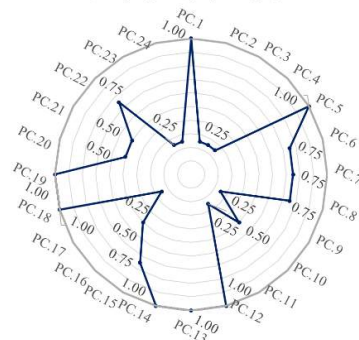
EC4.2 - Planejamento



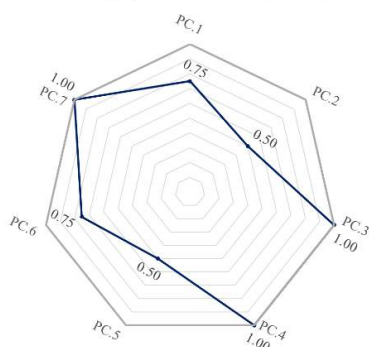
EC4.3 - Concepção (estudo preliminar)



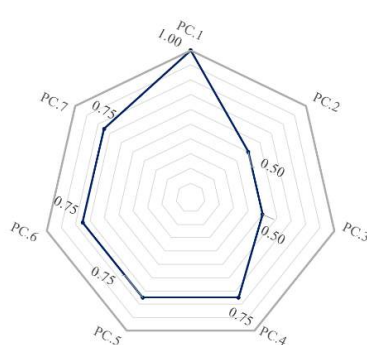
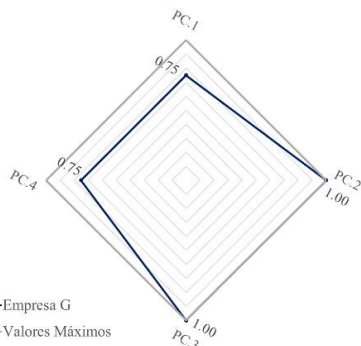
EC4.4 - Definição e documentação legal (anteprojeto e projeto legal)



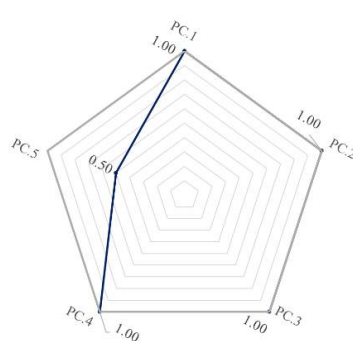
EC 4.5 - Desenvolvimento e documentação executiva (projeto executivo e de produção)



EC 4.6 - Entrega final do projeto

EC 4.7 - Acompanhamento técnico da obra /  
Elaboração do as built

EC 4.8 - Uso, operação e manutenção / APO



— Empresa G  
— Valores Máximos